SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS

Inhaltsverzeichnis — Table de matières

XX. Jahrgang — XXe Année

1929

Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G., Zürich

Inhaltsverzeichnis 1929.

I. Hauptartikel.

Verzeichnis der Autoren von Hauptartikeln.

II. Mitteilungen.

A. Maschinen:

III. Literatur.

IV. Normalien und Qualitätszeichen des S. E. V.

V. Vereinsnachrichten.

a) S. E. V. und V. S. E.

XX. Jahrgang 1929 XXme Année

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS

Jahresheft

des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
samt Mitgliederverzeichnissen
auf 1. Januar 1929

Annuaire

de l'Association Suisse des Electriciens
avec listes des membres
rectifiées au 1er janvier 1929

Inhalt: — Table des matières:

1929 1929

Verlag und Druck — Edité et imprimé par: Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G., Zürich

Gründungsdatum des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins.
Date de la fondation de l'Association Suisse des Electriciens.

Bern, am 24. April 1889. — Le 24 avril 1889 à Berne.

Bisherige Präsidenten des S. E. V.
Anciens présidents de l'A. S. E.

Dupraz, Montreux, 24. IV. 1889 — 5. X. 1890.
Blanc, Marly, 6. X. 1890 — 11. X. 1891.
Favarger, Neuchâtel, 12. X. 1891 — 16. X. 1892.
Wyssling, Zürich, 17. X. 1892 — 15. X. 1893.
Denzler, Zürich, 16. X. 1893 — 13. IX. 1894.
Palaz, Lausanne, 1. X. 1894 — 10. VIII. 1896.
Wyssling, Zürich, 11. VIII. 1896 — 7. X. 1900.
Butticaz, Genève, 8. X. 1900 — 12. X. 1902.
Wagner, Zürich, 13. X. 1902 — 23. IX. 1906.
Nizzola, Baden, 24. IX. 1906 — 23. VIII. 1908.
Täuber, Zürich, 24. VIII. 1908 — 29. IX. 1912.
Landry, Lausanne, 30. IX. 1912 — 30. VI. 1919.
Tissot, Basel, 1. VII. 1919 — 31. XII. 1925.

Gründungsdatum des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke.
Date de la fondation de l'Union de Centrales Suisses d'électricité.

Aarau, am 19. Mai 1895. — Le 19 mai 1895 à Aarau.

Vororte und bisherige Präsidenten des V. S. E.
Vorort et anciens présidents de l'U. C. S.

Zürich	*H. Wagner*	1895
Neuchâtel	*R. Chavannes*	1896—1897
Wynau	*D. Köpsel*	1897—1898
Rathausen	*P. Lauber*	1898—1900
St-Imier	*F. Geneux*	1900—1901
Zug	*A. Utinger*	1901—1902
Lausanne	*A. de Montmollin*	1902—1903
Olten	*Th. Allemann*	1903—1904
Fribourg	*H. Maurer*	1904—1905
Bern	*E. Oppikofer*	1905—1906
St. Gallen	*A. Zaruski*	1906—1911
Territet	*Fel Dubochet*	1911—1919

I. Teil. — I[re] Partie.

A.

Vorstand des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins.
Comité de l'Association Suisse des Electriciens.

Präsident: Chuard J., Direktor der Bank für elektr. Unternehmungen, Hadlaubstr. 17, Zürich 6.
Vize-Präsident: Zaruski A., Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt St. Gallen, St. Gallen.
Uebrige Mitglieder: Baumann E., Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt Bern, Bern.
Calame A., Oberingenieur, A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden.
Egli Hch., Ingenieur, Villa Heimgarten, Seebach (Zürich).
Payot E., Direktor der Schweiz. Gesellschaft für elektrische Industrie, Basel.
Schönenberger Fritz, Ingenieur, Prokurist der Maschinenfabrik Oerlikon.
Sulzberger K., Dr., Ingenieur, Hadlaubstr. 67, Zürich 6.
Waeber A., ingénieur en chef des Entreprises électriques fribourgeoises, Fribourg.

Rechnungsrevisoren. — Vérificateurs des comptes.

Borel G. A., Dr., directeur de la Société d'exploitation des câbles électriques, système Berthoud, Borel & Cie., Cortaillod (Neuchâtel).
Weber J. E., Generalsekretär der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden.

Suppleanten der Rechnungsrevisoren.
Suppléants des vérificateurs des comptes.

Pillonel Aug., ingénieur, Grotte 10, Lausanne.
Winterhalter Ul., Direktor der Städtischen Strassenbahn, Zürich.

B.

Vorstand des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke.
Comité de l'Union de Centrales Suisses d'électricité.

Präsident: Ringwald F., Direktor der Centralschweizerischen Kraftwerke, Luzern.
Uebrige Mitglieder: Andreoni Carlo, Direktor des Städt. Elektrizitätswerkes, Lugano.
Bertschinger J., Direktor der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, Zürich 4.
Keller P. A., Direktor der Bernischen Kraftwerke A.-G., Bern.
Geiser H., Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt Schaffhausen, Schaffhausen.
de Montmollin A., chef du Service de l'Electricité de la ville de Lausanne, Lausanne.
Nicole G., directeur de la Cie. Vaud. des forces motrices des lacs de Joux et de l'Orbe, [Lausanne.
Niesz H., Ingenieur, Vizedirektor der Motor-Columbus A.-G., Baden.
Trüb W., Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich, Zürich.

Rechnungsrevisoren. — Vérificateurs des comptes.

Corboz R., directeur des Services industriels de la commune de Sion, Sion.
Graner E., directeur de la Société des forces électriques de la Goule, St-Imier.

Suppleanten der Rechnungsrevisoren.
Suppléants des vérificateurs des comptes.

Lorenz G., Direktor der A.-G. Bündner Kraftwerke und der Räth. Werke, Thusis.
Schmidt R., directeur de la S. A. l'Energie de l'Ouest Suisse, Lausanne.

C.

Verwaltungskommission des S. E. V. und des V. S. E.
Commission d'administration de l'A. S. E. et de l'U. C. S.

Präsident: Chuard J., Direktor, Zürich, Präsident des S. E. V.
Vize-Präsident: Ringwald F., Direktor, Luzern, Präsident des V. S. E.
Uebrige Mitglieder: Alle Mitglieder der Vorstände des S. E. V. und des V. S. E.
Tous les membres des comités de l'A. S. E. et de l'U. C. S.
Vom Bundesrat gewähltes Mitglied:[1] — *Membre élu par le Conseil fédéral:*[1]
Sulzberger G., Kontrollingenieur für elektr. Starkstromanlagen beim Eidg. Eisenbahndepartement, Bern.
Von der Schweiz. Unfallversicherungsanstalt in Luzern delegiertes Mitglied:[1]
Membre délégué par la Caisse nationale suisse d'assurances en cas d'accidents, à Lucerne:[1]
Tzaut A., Dr. h. c., Direktor der S. U. V. A., Luzern.
Mit beratender Stimme:
Avec voix consultative: Largiadèr F., Ing., Generalsekretär, Zürich.

Verwaltungsausschuss des S. E. V. und V. S. E.
Comité de direction de l'A. S. E. et de l'U. C. S.

Präsident: Chuard J., Direktor, Zürich, Präsident des S. E. V.
Uebrige Mitglieder: Ringwald F., Direktor, Luzern, Präsident des V. S. E.
Sulzberger K., Dr., Ingenieur, Zürich, Vorstandsmitglied des S. E. V.
Nicole G., directeur, Lausanne, membre du comité de l'U. C. S.
Mit beratender Stimme: Largiadèr F., Ing., Generalsekretär, Zürich.

Delegierte der Verwaltungskommission.
Délégués de la Commission d'administration.

Für das Starkstrominspektorat: Zaruski A., Direktor, St. Gallen.
Für die Eichstätte: Sulzberger K., Dr., Ingenieur, Hadlaubstr. 67, Zürich 6.
Für die Materialprüfanstalt: Largiadèr F., Ing., Generalsekretär, Zürich.

D.

Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E.
Secrétariat général de l'A. S. E. et de l'U. C. S.

Seefeldstr. 301, Zürich 8.

Generalsekretär: Largiadèr F., Ingenieur.
Stellvertreter des Generalsekretärs und Sekretär des V. S. E.: Ganguillet O., Ingenieur.
Chef der technischen Abteilung: Zangger H. F., Ingenieur.
Zugeteilt: Bänninger W., Ingenieur; Baumann M., Ingenieur; Bourquin H., Ingenieur; Hartmann O., Ingenieur.
Chef der Kanzlei: Egger K.
Buchhalter und Kassier: Rüegg P.

Einkaufsabteilung des V. S. E. — Section des achats de l'U. C. S.
Seefeldstr. 301, Zürich 8.
Leiter: Ganguillet O., Ingenieur, Sekretär des V. S. E.

E.

Technische Prüfanstalten des S. E. V. — Institutions de contrôle de l'A. S. E.

Seefeldstr. 301, Zürich 8.

1. Starkstrominspektorat. — Inspectorat des installations à fort courant.

Oberingenieur: Nissen F.
Adjunkt des Oberingenieurs: Brüderlin W.
Inspektoren: Bannwart R., Brentani D., Clerc Ed., Huber A., Meuly M., Meier J. A., Pauli A., Rutishauser O., Sibler F., Vuilleumier W., Wyprächtiger J.
Technischer Sekretär: Hofer W.

[1]) Für das Starkstrominspektorat. — Pour l'Inspectorat des installations à fort courant.

2. Materialprüfanstalt und Eichstätte.
Station d'essai des matériaux et station d'étalonnage.

Oberingenieur: Tobler F.
Adjunkt des Oberingenieurs: Troendle A.
Technische Assistenten der Materialprüfanstalt und Eichstätte: Die Ingenieure Bickel H., Hürbin M., Schmid P.
Techniker: Jucker A., Meyer E.
Kaufm. Assistent: Hürzeler J.

F.

Kommissionen des S. E. V. und V. S. E.
Commissions de l'A. S. E. et de l'U. C. S.

a) Kommissionen des S. E. V.
Commissions de l'A. S. E.

1. Comité Electrotechnique Suisse, C. E. S. (Landeskomitee der „Commission Electrotechnique Internationale", C. E. I.)

Präsident: Huber-Stockar E., Dr. ing. h. c., Neumünsterallee 12, Zürich 8.
I. Vizepräsident: Sulzberger K., Dr., Ingenieur, Hadlaubstrasse 67, Zürich 6.
II. Vizepräsident: de Montmollin A., chef du Service de l'Electricité de la ville de Lausanne.
Sekretär: Largiadèr F., Ingenieur, Generalsekretär des S. E. V. und V. S. E., Zürich.
Uebrige Mitglieder: Baumann E., Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt Bern, Bern.
Behn-Eschenburg H., Dr., Delegierter des Verw.-Rates der M. F. O., Küsnacht (Zch).
Landry J., professeur à l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne, 29, Avenue de la gare, Lausanne.
Muri A., Chef der technischen Abteilung der Obertelegraphendirektion, Bern.
Schiesser M., Direktor der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden.
Wyssling W., Professor Dr., Wädenswil.

Mitarbeiter: Belli Ch., ingénieur, 7, rue du Mont-Blanc, Genève.
Dubs R., Professor, Ingenieur, Guggerstr. 33, Zollikon (Zch).
Huber-Ruf A., Ingenieur, A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden.
Hunziker E., Oberingenieur, A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden.
Kummer W., Professor Dr., Ingenieur-Konsulent, Mythenstr. 15, Zürich 2.
Zœlly H., Dr., Ing., Präs. des Verwaltungsrates der A.-G. Escher, Wyss & Co., Zürich.
Die Oberingenieure der Techn. Prüfanstalten des S. E. V.

2. Schweizerisches Nationalkomitee (Comité National Suisse) für die Conférence internationale des grands réseaux électriques à haute tension.

Präsident: Perrochet P., ingénieur, directeur de la Banque suisse de Chemins de fer, Bâle
Uebrige Mitglieder: Bauer B., Professor Dr., Sempacherstr. 53, Zürich 7.
Dutoit M., Ingenieur, Betriebsleiter des Elektrizitätswerkes Olten-Gösgen, Olten.
Thut P., Ingenieur, Direktor der Bernischen Kraftwerke A.-G., Bern.
Das Komitee kann sich je nach Bedarf und den zur Bearbeitung vorliegenden Aufgaben erweitern und Mitarbeiter zuziehen.

Sekretär: H. Bourquin, Ingenieur des Generalsekretariates des S. E. V. und V. S. E., Zürich

3. Kommission für die Denzler-Stiftung. — Commission de la „Fondation Denzler".

Präsident: Chuard J., Direktor der Bank für elektr. Unternehmungen, Hadlaubstr. 17, Zürich 6.
Uebrige Mitglieder: Denzler Max, Ingenieur, z. Z. in New Rochelle N. Y. (U. S. A.)
Landry J., professeur à l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne, 29, Avenue de la gare, Lausanne.
Sulzberger K., Dr., Ingenieur, Hadlaubstr. 67, Zürich 6.
Wyssling W., Professor Dr., Wädenswil.
Ex officio: Der Generalsekretär des S. E. V. und V. S. E.

4. Kommission für Bildungsfragen. — Commission pour les questions d'enseignement.

Präsident: Heusser E., Generaldirektor der A.-G. Sprecher & Schuh, Aarau.

Uebrige Mitglieder: Behn-Eschenburg H., Dr., Delegierter des Verw.-Rates der M. F. O., [Oerlikon.
Blattner E., Dr., Professor am Technikum Burgdorf, Burgdorf.
Landry J., professeur à l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne, 29, Avenue de la gare, Lausanne.
Payot E., Direktor der Schweiz. Gesellschaft für elektr. Industrie, Basel.
Weber J. E., Generalsekretär der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden.
Wyssling W., Professor Dr., Wädenswil.
Ex officio: Der Generalsekretär des S. E. V. und V. S. E.

5. Kommission für Gebäudeblitzschutz. — Commission pour paratonnerres.

Präsident: Blattner E., Dr., Professor am Technikum Burgdorf, Burgdorf.

Uebrige Mitglieder: Koestler W., Dr., Professor am Technikum Burgdorf, Burgdorf.
Lüdin E., Dr., Professor an der Kantonalen Industrieschule, Zürich.
Pillonel Aug., ingénieur, Grotte 10, Lausanne.
Strässle Rob., Kant. Blitzschutz-Aufseher, Zederstr. 8, Zürich 7.
Ex officio: Der Generalsekretär des S. E. V. und V. S. E.

b) Kommissionen des V.S.E. — Commissions de l'U.C.S.

6. Kommission für Energietarife. — Commission pour les tarifs de l'énergie électrique.

Präsident: Bertschinger J., Direktor d. Elektrizitätswerke d. Kts. Zürich, Schöntalg. 8, Zürich 4.

Uebrige Mitglieder: Baumann E., Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt Bern, Bern.
Frei E., Direktor der Elektrizitäts- und Gaswerke Davos A.-G., Davos-Platz.
de Montmollin A., chef du Service de l'Electricité de la ville de Lausanne, Lausanne.
Müller E., ingénieur, Entreprises électriques fribourgeoises, Fribourg.
Nicole G., dir. de la Cie. Vaudoise des forces motr. des lacs de Joux et de l'Orbe, Lausanne.
Trüb W., Direktor des Elekrizitätswerkes der Stadt Zürich, Zürich.
Ex officio: Der Sekretär des V. S. E.

7. Kommission für das Expropriationsgesetz. — Commission pour la loi fédérale d'expropriation.

Präsident: Nicole G., dir. de la Cie. Vaud. des forces motr. des lacs de Joux et de l'Orbe, [Lausanne.

Uebrige Mitglieder: Fehr E., Dr., Direktor der Nordostschweiz. Kraftwerke A.-G., Zürich 1 (Kaspar Escherhaus).
Seiler H., Chef des Rechtsbureau der Bernischen Kraftwerke A.-G., Bern.
Ex officio: Der Sekretär des V. S. E.

8. Kommission für Personalfragen. — Commission pour questions ouvrières.

Präsident: Ringwald F., Direktor der Centralschweiz. Kraftwerke, Luzern.

Uebrige Mitglieder: Bertschinger J., Direktor der Elektrizitätswerke des Kts. Zürich. Schöntalgasse 8, Zürich 4.
Dénéréaz L., ingénieur de la Société Romande d'Électricité, Blonay sur Vevey.
Fehr E., Dr., Direktor d. Nordostschweiz. Kraftwerke A.-G., Zürich 1 (Kaspar Escherhaus).
Jahn W., Dr., Fürsprech der Bernischen Kraftwerke A.-G., Bern.
Zaruski A., Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt St. Gallen, St. Gallen.
Ex officio: Der Sekretär des V. S. E.

9. Kommission für Versicherungsfragen. — Commission d'assurances-accidents.

Präsident: Dubochet Ed., directeur adm. de la Société Romande d'Électricité, Territet.

Uebrige Mitglieder: Bertschinger J., Direktor der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich.
Frei E., Direktor der Elektrizitäts- und Gaswerke Davos A.-G., Davos-Platz.
Geiser H., Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt Schaffhausen, Schaffhausen.
Payot E., Direktor der Schweiz. Gesellschaft für elektr. Industrie, Basel.
Ex officio: Der Sekretär des V. S. E.

10. Aerztekommission zum Studium der Starkstromunfälle. — Commission de médecins pour l'étude des accidents dûs au courant fort.

Präsident: Ringwald F. Direktor der Centralschweiz. Kraftwerke, Luzern.
Uebrige Mitglieder: Cloëtta M. A., Prof. Dr med., Plattenstr. 58, Zürich 7.
Pometta D., Dr. med., Oberarzt der S.U.V.A.L., Museggstr. 12, Luzern.
Schönholzer G., Dr. med., Oberarzt der S.B.B., Mittelstr. 43, Bern.
Schwyzer F., Dr. med., Kastanienbaum (Luz.).
Zangger H., Prof. Dr. med., Gerichtl. mediz. Institut, Zürichbergstr. 8, Zürich 7.
Ex officio: Das Starkstrominspektorat des S.E.V. und der Sekretär des V.S.E.

c) Gemeinsame Kommissionen des S.E.V. und V.S.E. Commissions communes de l'A.S.E. et de l'U.C.S.

11. Comité Suisse de l'Eclairage, C. S. E. (Landeskomitee der „Commission Internationale de l'Eclairage", C. I. E.)

Präsident: Filliol A., directeur du Service de l'Electricité de la ville de Genève.[1]
Vizepräsident: Payot E., Direktor der Schweiz. Gesellschaft für elektr. Industrie, Basel.[2]
Sekretär u. Kassier: Largiadèr F., Ing., Generalsekretär des S.E.V. und V.S.E., Zürich.[2]
Uebrige Mitglieder:
Buchmüller F., Chefingenieur des Eidg. Amtes für Mass und Gewicht, Bern.[3]
Burckhardt-Otto, Architekt, Elisabethenstr. 30, Basel.[4]
Joye P., Prof. Dr., directeur de l'Institut de Physique de l'Université de Fribourg.[2]
Keller P., Betriebsleiter, Bernische Kraftwerke A.-G., Bern.[1]
König E. Dr., Direktor des Eidg. Amtes für Mass und Gewicht, Bern.[3]
Sulzberger K., Dr., Ingenieur, Hadlaubstr. 67, Zürich 6.[2]
Thoma M., Direktor des Gas- und Wasserwerkes Basel, Basel.[5]
Trüb W., Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich, Zürich.[1]
Zollikofer Herm., Ingenieur, Sekretär des Schweiz. Vereins von Gas- und Wasserfachmännern, Zürich.[4]
Mitarbeiter: Tobler F., Oberingenieur der Materialprüfanstalt des S.E.V., Zürich.
Zwei weitere Mitglieder des Comité sind noch zu bezeichnen.

12. Normalienkommission. — Commission des normes.

Präsident: Sulzberger K., Dr., Ingenieur, Hadlaubstr 67, Zürich 6.
Uebrige Mitglieder: Borel G. A., Dr., directeur de la Société d'exploitation des câbles électriques, système Berthoud, Borel & Cie., Cortaillod (Nch).
Egli Hch., Ingenieur, Villa Heimgarten, Seebach (Zch).
Pronier J., ingénieur, Service de l'Electricité de la ville de Genève, Genève.
Schaetz A., Ingenieur, Generalsekretär des V.S.T., Bundesgasse 28, Bern.
Thut P., Ingenieur, Direktor der Bernischen Kraftwerke A.-G., Bern.
Weingart P., Oberingenieur der A.-G. Bündner Kraftwerke, Klosters-Platz.
Ex officio: Der Generalsekretär des S.E.V. und V.S.E., Zürich.

Mitarbeiter für Oel-Normalien:
Mosser A., Vertreter der Oelwerke Stern-Sonneborn, Hamburg, Löwenstr. 1, Zürich 1.
Schlaepfer P., Prof. Dr., Direktor der Eidg. Prüfanstalt für Brennstoffe, Zürich 7.
Schwank E., Elektrotechniker der Nordostschweiz. Kraftwerke A.-G., Dammstr. 8, Baden.
Stäger H., Dr., A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden.

Mitarbeiter für Kleintransformator-Normalien:
Güttinger O., Ingenieur c/o Schindler & Cie., Luzern.
Lapp E., Ingenieur c/o „Maxim", Fabrik elektr. Apparate, Aarau.
Wirz E., Dr. ing., Weihermattstr. 9, Binningen (Bld).

Delegiert vom:
1) V.S.E.; 2) S.E.V.; 3) Eidg. Amt für Mass und Gewicht; 4) Schweiz. Ingenieur- und Architekten-Verein; 5) Schweiz. Verein von Gas- und Wasserfachmännern.

Délégué par:
1) U.C.S.; 2) A.S.E.; 3) Service fédéral des Poids et Mesures; 4) Société Suisse d'ingénieurs et architectes; 5) Société de l'Industrie du Gaz et des Eaux.

Mitarbeiter für Leiter-Normalien:

von Allmen E., Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, Zürich 4.
Daetwyler W., Dr., Draht- und Gummiwerke, Altdorf (Uri).
Schedler C., Chef der Installationskontrolle des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich.
Studer F., Direktor der A.-G. Huber & Cie., Pfäffikon (Zch).
Sühner A., c/o Suhner & Cie., Herisau.

Mitarbeiter für Installationsmaterial-Normalien:

von Allmen E., Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, Zürich 4.
Dietler H., Direktor der „Therma", Schwanden (Gl).
Kunz V., directeur de la S. A. Appareillage Gardy, Genève.
Leuthold O., c/o Firma Adolf Feller, Horgen.
Rauch F., Installateur, Neumarkt 28, Zürich 1.
Schedler C., Chef der Installationskontrolle des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich.
Weber E., Fabrikation elektrischer Bedarfsartikel, Luzern.
Normalienbureau der SNV, Lavaterstr. 11, Zürich 2.

13. Schweizerisches Nationalkomitee (Comité National Suisse) für die Weltkraftkonferenz (World Power Conference).

Präsident: Tissot Ed., Dr., Delegierter des Verwaltungsrates der Schweiz. Eisenbahnbank, Basel.

Uebrige Mitglieder: Büchi Alfr., Direktor der Schweiz. Lokomotivfabrik, Winterthur.
Büchi J., konsult. Ingenieur, Bahnhofstr. 38, Zürich 1.
Caflisch L., Oberingenieur der A.-G. Escher, Wyss & Cie., Zürich.
Cochand J., Direktor der A.-G. Gebr. Sulzer, Winterthur.
Gruner H. E., konsult. Ingenieur, Nauenstr. 9, Basel.
Huber-Stockar E., Dr. ing. h. c., Neumünsterallee 12, Zürich 8.
Kuntschen F., Ingenieur, Sektionschef beim Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Bern.
Landry J., professeur à l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne, 29, Avenue de la gare, Lausanne.
Meyer Ad., Direktor der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden.
Payot E., Direktor der Schweiz. Gesellschaft für elektr. Industrie, Basel.
Ringwald F., Direktor der Centralschweiz. Kraftwerke, Luzern.
Ritter Max, Dr., Professor an der E. T. H., Zürich.
Steiner E., Dr. ing., Vizepräsident des Schweiz Energiekonsumentenverbandes, Zürich 1.
Strickler A., Dr., Direktor der Schweiz. Kraftübertragung A.-G., Bern.
Wettstein O., Dr., Ständerat, Heliosstr. 6, Zürich 7.
Wyssling W., Professor Dr., Wädenswil.

Sekretär des Schweizerischen Nationalkomitees:

Zangger H. F., Ingenieur, Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E.; Zürich.

14. Kommission für die Korrosionsfrage. — Commission de corrosion.

In Gemeinschaft mit dem Schweiz. Verein von Gas- und Wasserfachmännern (S. V. G. W.), dem Verband Schweiz. Transportanstalten (V. S. T.) und der Obertelegraphendirektion (O. T. D.)

En commun avec la Société suisse de l'industrie du Gaz et des Eaux (S. I. G. E.), l'Union d'entreprises suisses de Transport (U. S. T.) et la Direction générale des Télégraphes (D. G. T.)

Präsident: Landry J., professeur à l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne, 29, Avenue de la gare, Lausanne. [1]

Uebrige Mitglieder:

Choisy E., ing., directeur de la Cie. genevoise des Tramways électriques, Genève. [3]
Filliol A., directeur du Service de l'Electricité de la ville de Genève, Genève. [1]
Forrer J., Dr., Chef der Sektion für elektrotechnische Versuche und Materialprüfungen der Obertelegraphendirektion, Bern. [4]

Delegiert vom: 1) S. E. V.; 3) V. S. T.; 4) von der O. T. D.

Délégué par: 1) A. S. E.; 3) U. S. T.; 4) D. G. T.

Peter H., Ingenieur, Blümlisalpstr. 3, Zürich 6.[2])
Trechsel E., Chef der Sektion für Linienbau und Kabelanlagen der O.T.D., Bern.[4])
Tripêt Ph., directeur de la Compagnie des Tramways de Neuchâtel, Neuchâtel.[3])
Wyssling W., Professor Dr., Wädenswil.[1])
Zollikofer Herm., Ingenieur, Sekretär des Schweiz. Vereins von Gas- und Wasserfachmännern, Zürich.[2])

Ex officio: Der Generalsekretär des S. E. V. und V. S. E.

Kontrollstelle der Korrosionskommission ist das Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E.

15. Kommission für Wärmeanwendungen. — Commission des applications thermiques de l'énergie électrique.

Präsident: Ringwald F., Direktor der Centralschweiz. Kraftwerke, Luzern.
Uebrige Mitglieder: Brack Ch., Ingenieur, Solothurn.
Eckinger F., Direktor der Elektra Birseck, Dornach (Sol).
Grossen G., Direktor des Städtischen Elektrizitätswerkes, Aarau.
Gysel J., Ingenieur, stellvertr. Direktor der Elektrizitätswerke des Kts. Zürich, Zürich 4.
Marti F., Direktor der A.-G. Elektrizitätswerke Wynau, Langenthal.
Sulzberger K., Dr., Ingenieur, Hadlaubstrasse 67, Zürich 6.
Thury R., Dr. sc. techn., ing.-électricien, 79, route de Florissant, Genève.
Wyssling W., Professor Dr., Wädenswil.
Ex officio: Der Generalsekretär des S. E. V. und V. S. E.

16. Kommission für Hochspannungsapparate, Ueberspannungsschutz und Brandschutz. Commission de l'appareillage à haute tension et de la protection contre les surtensions et l'incendie.

Präsident: Bauer B., Prof. Dr. ing., Sempacherstr. 53, Zürich 7.

Das erstgenannte Mitglied jeder Gruppe funktioniert als Gruppenpräsident.
Le premier nommé dans chaque groupe fonctionne comme président de ce groupe.

Gruppe a (Ueberstromschutz und Oelschalter).

Sulzberger K., Dr., Ingenieur, Hadlaubstr. 67, Zürich 6.
Bauer B., Prof. Dr. ing., Sempacherstr. 53, Zürich 7.
Courvoisier G., Ingenieur, A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden.
Glaser A., Ingenieur der Maschinenfabrik Oerlikon, Myrtenstrasse 23, Oerlikon.
Gysel J., Ing., stellvertret. Direktor der Elektrizitätswerke des Kts. Zürich, Zürich 4.
Habich H., Ingenieur S. B. B., Engeriedweg 15, Bern.
Heusser E., Generaldirektor der A.-G. Sprecher & Schuh, Aarau.
Schmidt R., directeur de la Société anonyme l'Energie de l'Ouest-Suisse, Lausanne.
Mitarbeiter: Vakant.

Gruppe b (Ueberspannungsschutz).

Kummer W., Prof. Dr., Ingenieur-Konsulent, Mythenstr. 15, Zürich 2.
Bauer B., Prof. Dr. ing., Sempacherstr. 53, Zürich 7.
Belli Ch., ingénieur, 7, rue du Mont-Blanc, Genève.
Courvoisier G., Ingenieur, A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden.
Gysel J., Ing., stellvertret. Direktor der Elektrizitätswerke des Kt. Zürich, Zürich 4.
Schaetz A., Ingenieur, Generalsekretär des V.S.T., Bundesgasse 28, Bern.
Schmidt R., directeur de la Société anonyme l'Énergie de l'Ouest-Suisse, Lausanne.
Thury R., Dr. sc. techn., ing.-électricien, 79, route de Florissant, Genève.
Mitarbeiter: Berger K., Ingenieur, Seefeldstr. 301, Zürich 8.
Schait H., Dr. ing., Kreuzstr. 78, Zürich 7.

Delegiert vom:
1) S.E.V.; 2) S.V.G.W.; 3) V.S.T.; 4) von der O.T.D.

Délégué par:
1) A. S. E.; 2) S. I. G. E.; 3) U. S. T.; 4) D. G. T.

Gruppe c (Brandschutz).

Gysel J., Ing., stellvertret. Direktor der Elektrizitätswerke des Kt. Zürich, Zürich 4.
Bauer B., Prof. Dr. ing., Sempacherstr. 53, Zürich 7.
Brack Ch., Ingenieur, Solothurn.
Martenet L., ing., chef du Service de l'Électricité de la ville de Neuchâtel, Neuchâtel.
Thut P., Ingenieur, Direktor der Bernischen Kraftwerke A.-G., Bern.
Mitarbeiter: Ein Ingenieur des Generalsekretariates.

Ex officio *Mitglied der drei Gruppenkommissionen:*

Der Generalsekretär des S. E. V. und V. S. E.

Von der Gruppe b bezeichneter Ausschuss für die Arbeiten mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen.

Vorsitzender: Bauer B., Prof. Dr. ing., Sempacherstr. 53, Zürich 7.
Uebrige Mitglieder: Kummer W., Prof. Dr., Ingenieur-Konsulent, Mythenstr. 15, Zürich 2.
Sulzberger K., Dr. Ingenieur, Hadlaubstr. 67, Zürich 6.
Tobler F., Oberingenieur der Materialprüfanstalt und Eichstätte des S. E. V., Zürich 8.
Zangger H. F., Chef der techn. Abteilung des Generalsekretariates des S. E. V. und V. S. E., Zürich 8.
Mitarbeiter: Berger K., Seefeldstr. 301, Zürich 8.
Schait H., Dr. ing., Kreuzstr. 78, Zürich 7.
Ex officio: Der Generalsekretär des S. E. V. und V. S. E.

17. Kommission für die Revision der Bundesvorschriften.
Commission pour la revision des prescriptions fédérales.

Diese Kommission hat ihre Arbeiten mit der Ablieferung der Entwürfe zu neuen Starkstromvorschriften an den h. Bundesrat vorläufig abgeschlossen.

18. Kommission für das Studium von Störungen der Schwachstromleitungen durch Starkstromleitungen.
Commission pour l'étude de l'influence perturbatrice des lignes à fort courant sur les lignes à courant faible.

Präsident: Kummer W., Prof., Dr., Ingenieur-Konsulent, Mythenstr. 15, Zürich 2.
Uebrige Mitglieder: Aubort Ed., Ingenieur der A.-G. Brown, Boveri & Cie, Baden.
Hausheer Fr., Ingenieur der Schweiz. Kraftübertragung A.-G., Bern.
Kristen J., Ingenieur der Maschinenfabrik Oerlikon, Oerlikon.
Leuch H., Oberingenieur des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich, Zürich.
de Montmollin A., chef du Service de l'Electricité de la ville de Lausanne, Lausanne.

Vertreter des Eidg. Eisenbahndepartementes:

Sulzberger G., Kontrollingenieur, Bern.

Vertreter der Schweiz. Bundesbahnen:

Müller Th., Stellvertreter des Oberingenieurs für Elektrifizierung der S. B. B., Bern.

Vertreter der Obertelegraphendirektion:

Forrer J., Dr., Sektionschef für elektrotechn. Versuche und Materialprüfungen, Bern.
Trechsel E., Sektionschef für Linienbau und Kabelanlagen, Bern.
Ex officio: Der Generalsekretär des S. E. V. und V. S. E.

Pensionskasse Schweizerischer Elektrizitätswerke (P. K. E.).
Caisse de Pension de Centrales suisses d'électricité (C. P. C.).

Vorstand:

Präsident: Dubochet E[el], directeur adm. de la Société Romande d'Electricité, Territet.
Vizepräsident: Bertschinger J., Direktor der Elektrizitätswerke des Kts. Zürich, Zürich.
Uebrige Mitglieder: Borner H., Elektrotechniker, Elektrizitätswerk Olten-Aarburg A.-G., [Olten.
Kalbfuss H., chef du dépôt de tramway (Soc. Rom. d'Electr.), Clarens.
Lang R., Chef der kaufm. Abteilung des Elektrizitätswerkes Olten-Aarburg A.-G., Olten.
Lorenz G., Direktor der Rhät. Werke für Elektrizität und der A.-G. Bündner, Kraftwerke, Thusis.
Mühlethaler A., directeur commercial, Société des forces électriques de la Goule, St-Imier.
Oetliker W., Betriebsadjunkt der Centralschweiz. Kraftwerke, Luzern.
Schärer H., Obermonteur, Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, Altstetten (Zch.).
Tobler W., directeur de la Société veveysanne du Gaz, Vevey.
Tüfer A., Chef der kaufm. Abteilung der Centralschweiz. Kraftwerke, Luzern.

Rechnungsrevisoren.

Corboz P., directeur des Services industriels de Sion, Sion.
Hodel Fritz, Lokomotivführer bei der Berninabahn, Poschiavo.
Meyer A., Vizedirektor der Nordostschweizerischen Kraftwerke, Baden.
Pervangher P., Betriebsleiter der Officine Elettriche Ticinesi, Bodio.
Zollikofer H., Sekretär des Schweiz. Vereins von Gas- u. Wasserfachmännern, Zürich.

Geschäftsführung: Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E., Seefeldstr. 301, Zürich 8.
Gérance: Secrétariat général de l'A. S. E. et de l'U. C. S., Seefeldstrasse 301, Zurich 8.

Verzeichnis der Mitglieder des Schweiz. Elektrotechn. Vereins.
Liste des membres de l'Association Suisse des Electriciens.

Ehrenmitglieder. — Membres honoraires.

		Ernennungsjahr Année de nomination
Bitterli E., ing., directeur à la Cie. Gen. d'Electricité, 54, rue de la Boëtie	Paris (France)	1911
Bürgin Emil, Ingenieur, Unterer Rheinweg 18	Basel	1909
Dubochet E[el], directeur com. de la Soc. Romande d'Electricité	Territet (Vd)	1919
Landry J., professeur à l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne, 29, Avenue de la gare	Lausanne (Vd)	1919
Thury René, Dr. sc. techn. h. c., ingénieur-électricien, 79, route de Florissant	Genève	1909
Tissot Ed., Dr., Delegierter des Verwaltungsrates der Schweiz. Eisenbahnbank, Malzgasse 32	Basel	1916
Wyssling W., Dr., Professor an der Eidg. Techn. Hochschule	Wädenswil (Zch)	1903

Verstorbene Ehrenmitglieder. — Membres honoraires décédés.

		Ernennungsjahr Année de nomination	Verstorben Décédé en
Alioth Rudolf, Dr. phil. h. c., Ingenieur	(Basel)	1909	1916
Borel F., Dr. phil. h. c., ingénieur	(Cortaillod)	1911	1924
Brown C. E. L., Dr. ing. h. c., Ingenieur	(Montagnola)	1909	1924
Denzler A., Dr., Ing., Konsulent für Elektrotechnik	(Zürich)	1919	1919
Huber-Werdmüller P. E., Ingenieur	(Zürich)	1909	1915
Wagner H., Ingenieur	(Zürich)	1919	1920

Einzelmitglieder. — Membres individuels.

(In alphabetischer Reihenfolge. — Jedes Einzel-Mitglied hat **eine Stimme**.)
(Par odre alphabétique — Chaque membre individuel a droit à **une voix**).

(Abkürzungen der Kantonsangaben: App A-R = Appenzell Ausser-Rhoden, App I-R = Appenzell Inner-Rhoden, Arg = Aargau, Bls = Baselstadt, Bld = Baselland, Bn = Bern, Frb = Freiburg, Gen = Genève, Gl = Glarus, Grb = Graubünden, Luz = Luzern, Nch = Neuchâtel, Ndw = Nidwalden, Obw = Obwalden, Scha = Schaffhausen, Sol = Solothurn, St G = St. Gallen, Schw = Schwyz, Thg = Thurgau, Tn = Tessin, Uri = Uri, Val = Valais, Vd = Vaud, Zug = Zug, Zch = Zürich.)

			Eintrittsjahr Année d'admission
1.	*Abegg Herm.*, ingénieur, 35, rue Kinkempois	Liège (Belg)	1928
2.	*Abegglen J.*, ingénieur, Côte 52	Neuchâtel	1927
3.	*Aberegg O.*, Brunnadernstr. 33	Bern	1894
4.	*Abrezol Victor*, Chef d'expl. de la Cie. Vaud. des Forces Motr. des lacs de Joux et de l'Orbe, 1, chemin des Mornex	Lausanne (Vd)	1908
5.	*Aeberhard Fritz*, Verwalter der Licht- und Wasserwerke	Langenthal	1928
6.	*Aemmer Fritz*, ingénieur, New York Edison Co. 130 E., 15th Street	New.York (N.Y.)	1923
7.	*Albaret John L.*, ing., directeur de la „Calorie", 16, rue des Granges	Genève	1902

			Eintrittsjahr Année d'admission
8.	*Allemann Th.,* Ingenieur, Bahnhofstrasse 37	Olten	1923
9.	*Amberg Alfred,* Direktor der Davos-Schatzalp-Bahn	Davos-Platz (Grb)	1924
10.	*Ammann Giannino,* Ingenieur, Schwarzwaldallee 49	Basel	1927
11.	*Anderegg Ernst,* Elektroingenieur, Hochstr. 62	Oerlikon	1927
12.	*Andreae Fritz V,* ingénieur, Box 292	Anniston Ala (U.S.A.)	1927
13.	*Andreoni Carlo,* Ing., Direktor des Städtischen Elektrizitätswerkes, via Pasquale-Lucchini 8ª	Lugano	1922
14.	*Andronescu Plautius,* Dr. ing., directeur de la Société „Energia", Fabrique de Moteurs électriques	Cluy-Klausenburg (Rumänien)	1922
15.	*Angst Walter,* Elektrotechniker, Aemtlerstr. 46	Zürich 3	1926
16.	*Archinard Louis,* ingénieur munic., 10, chemin des Crêts, Petit Saconnex	Genève	1909
17.	*Arn Ernst,* Betriebsleiter der Bern. Kraftwerke A.-G.	Spiez (Bn)	1917
18.	*Arn G. O.,* chef d'expl. de la Soc. des forces motrices bernoises S. A.	Porrentruy (Bn)	1897
19.	*Arnberger Rud.,* Ingenieur, Hegarstrasse 23	Zürich 7	1924
20.	*Arnd Alexandre,* Ingenieur, Attenhoferstr. 11	Zürich 7	1916
21.	*Asper R.,* Betriebsleiter der Bern. Kraftwerke A.-G.	Biel (Bn)	1917
22.	*Attmayr Ernst,* Ingenieur, c/o A. E. G. Union, Maria Theresienstr. 17/19	Innsbruck (Oesterr.)	1929
23.	*Aubert Samuel,* électrotechnicien, 1, ruelle Wyss	Bienne (Bn)	1921
24.	*Aubort Ed.,* ingénieur, Postfach 7	Baden (Arg)	1928
25.	*Bächler Ernst,* elektr. Installationen	Jegenstorf (Bn)	1909
26.	*Bachmann A.,* ing., dir. du Chemin de fer électr. M. C. M.	Monthey (Val)	1906
27.	*Bachmann Carl,* Elektrotechniker	Affoltern a. A.	1927
28.	*Bader Jakob,* Ingenieur, Ceresstrasse 21	Zürich 8	1919
29.	*Bader R.,* Elektrotechn. der M. F. O., Im Eisernen Zeit 70	Zürich 6	1907
30.	*Baer Ernst,* engeneiro, caisa postale 763	Sao Paulo (Brasil)	1917
31.	*Baer Ernst,* Elektrotechniker, Mellingerstr. 25	Baden (Arg)	1928
32.	*Baer Paul,* Ingenieur, Brunnenstr. 21	Oerlikon	1919
33.	*Balduf Eug.,* Neustadtstr. 22	Luzern	1927
34.	*Balli Benedetto,* ingegnere	Locarno (Tn)	1906
35.	*Balmer Fritz,* Ingenieur, Gesellschaftsstr. 14	Bern	1909
36.	*Balthasar Louis,* Dir. des Aargauischen Elektrizitätswerkes	Aarau	1907
37.	*Baltresca Enrico Ad.,* Elektrotechniker, Zürcherstr. 13	Baden (Arg)	1928
38.	*Bänninger Willy,* Ingenieur, Horneggstr. 4	Zürich 8	1926
39.	*Bansi-Ammann Th.,* Thorgasse 6	Zürich 1	1921
40.	*Bär Gustav,* Kreischef, St. Karlistr. 32 e	Luzern	1919
41.	*Barbier-Albert,* ingénieur-représentant, les Clématites	La Tour-de-Peilz (Vd)	1910
42.	*Bauer B.,* Dr. ing., Prof., Sempacherstr. 53	Zürich 7	1912
43.	*Baumann E.,* Ing., Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt	Bern	1900
44.	*Baumann Hch.,* elektrotechn. Bedarfsartikel, Neugasse 56	Zürich 5	1920
45.	*Baumann Max,* Ingenieur, Mainaustr. 35	Zürich 8	1926
46.	*Baumann Otto,* Ingenieur, Seminarstr. 23a	Baden (Arg)	1921
47.	*Baur Max,* Dr., ingénieur, c/o Boréal S. A., 1, case Stand	Genève	1922
48.	*Bechtler Hans,* ingénieur, Massachusett Institut of Technology	Cambridge (Mass. U. S. A.)	1928
49.	*Beck H. C.,* Ingenieur, Hotel du Parc	Baden (Arg)	1928
50.	*Beck Paul,* Dr. ing., Abt.-Direktor d. A. E. G.-Union E.-G., Pressgasse 8	Wien IV/1	1924
51.	*Becker Fridolin,* Ingenieur, Friedheimstr. 32	Oerlikon (Zch)	1923
52.	*Behn-Eschenburg H.,* Dr.	Küsnacht (Zch)	1896
53.	*Beilharz J.,* technicien, chemin de Chondy	Aix-les-Bains (Savoie)	1922
54.	*Beldi Fritz,* Ingenieur, Haselstr. 6	Baden (Arg)	1928
55.	*Belli Charles,* ingénieur, 7, rue du Mont-Blanc	Genève	1909

		Eintrittsjahr Année d'admission
56. *Benninger Hans,* ingénieur, chez Mme Vve H. Faucheux, 62, avenue de la gare	Argenteuil (Seine et Oise) France	1921
57. *Berchtold Hans,* Elektrotechniker, Bramberghöhe 6	Luzern	1917
58. *Berger Karl,* Ingenieur, Riethofstr. 6	Zollikon (Zch)	1922
59. *Berger Walter,* bei Frau Moser, Bruggerstr. 28	Baden (Arg)	1925
60. *Berlie L.,* mécanicien-électricien Bellevue 26	Le Locle (Nch)	1909
61. *Bernasconi Santino,* Betriebsleiter	Beckenried (Ndw)	1918
62. *Berner Adrien,* Directeur des Forces Motr. du Val de Travers	Noiraigue (Nch)	1920
63. *Bernhardsgrütter Ad.,* Elektrotechniker, Greyerzstr. 52	Bern	1917
64. *Bernheim-Voegeli E.,* Monbijoustr. 16	Bern	1919
65. *Berthoud William,* ingénieur, 28, chemin des Ardennes	Mulhouse (Alsace)	1907
66. *Bertola Giovanni,* ingénieur	Vacallo-San Simone (Tn)	1907
67. *Bertschinger J.,* Direktor der E. K. Z., Etzelstr. 12	Zürich 2	1914
68. *Bertschinger M.,* Ingenieur	Lenzburg (Arg)	1926
69. *Bertschmann Jakob,* Depotchef der Rhät. Bahn	Samaden (Grb)	1927
70. *Beuttner Paul,* Ingenieur, Hitzlisbergstrasse 1	Luzern	1905
71. *Bickel C. A.,* elektrotechnische Bedarfsartikel	Winterthur (Zch)	1913
72. *Bickel Nic.,* Glärnischstr. 29	Zürich 2	1915
73. *Bickel-Thilges Hermann,* Horneggstr. 5	Zürich 8	1917
74. *Binder L.,* Dr. ing., Professor an der Techn. Hochschule, Helmholzstr. 9	Dresden/A 24	1926
75. *Binder Max,* Elektrotechniker in Firma Binder & Richi	St. Gallen	1904
76. *Binder Paul,* Ingenieur, Baslerstr. 36	Birsfelden (Bld)	1917
77. *Binkert E. J.,* Ingenieur c/o Elektrizitätswerk der Stadt	Bern	1925
78. *Binz Arthur,* Elektroingenieur, Sulgenauweg 7	Bern	1919
79. *Binz Walter C.,* Ingenieur, Bauisstr. 6	Zollikon	1926
80. *Birmann A.,* Ingenieur, Prokurist der M. F. O.	Oerlikon (Zch)	1899
81. *Bischoff Robert,* ing.-adj. des Services ind. de Neuchâtel	Vauseyon (Nch)	1910
82. *Bitterli E.,* ing., directeur à la Cie Gén. d'Electricité, 54, rue de la Boëtie	Paris (France)	1889
83. *Bitterli Sigm.,* Ingenieur, Ottikerstr. 21	Zürich 6	1928
84. *Bitterli-Treyer S.,* Ingenieur	Rheinfelden (Arg)	1908
85. *Bitterli W.,* Vertreter der Cie Générale d'Electricité, Paris, Peterstr. 11	Zürich 1	1928
86. *Blanc Felix Jules,* chef d'usine aux Forces Motrices de Chancy-Pougny	Chancy (Gen)	1924
87. *Blanchard G.,* électrotechnicien, Société des forces motrices bernoises S. A.	Bienne (Bn)	1917
88. *Blank G.,* Ingenieur, S. A. R. de Electricitate Brown, Boveri, Strada Pitar-Mosi 21	Bukarest III (Rum.)	1924
89. *Blattner E.,* Dr., Ing., Professor am Technikum Burgdorf	Burgdorf (Bn)	1891
90. *Blauenstein W.,* Elektrotechniker, Bruggerstr 47	Baden (Arg)	1928
91. *Bodenmüller Fr.,* Chefelektriker der Maschinenfabrik Rüti	Rüti (Zch)	1928
92. *Boder Ernst,* Betriebsleiter, Schöngrundstr. 23	Olten	1924
93. *Bodmer Carl,* Ingenieur, Eschenweg 1	Oerlikon	1928
94. *Boelsterli Arthur A.,* Ingenieur, Postfach	Aarau	1925
95. *Bohnenblust J.,* Ingenieur, Sömmeringstr. 17a	Berlin-Charlottenburg	1927
96. *Boissonnas A.,* ing., directeur de la Société franco-suisse pour l'industrie électrique, 11, Chevillarde	Genève	1893
97. *Bollag Bruno L.,* Ing., direttore della Siemens S. A. (Riparto Vendita) 3, Viale Vittore Veneto 20	Milano 118 (Ital)	1919
98. *Bolleter Walter,* Elektrotechniker, alte Landstr. 290	Rüschlikon (Zch)	1924
99. *Bolliger H.,* Ingenieur	Cortaillod (Neuch)	1904
100. *Bommer J.,* Elektrotechniker, Engelaustr. 14, Rotmonten	St. Gallen	1914
101. *Bordier G.,* ingénieur en chef, 33, rue Adolph	Bruxelles (Belge)	1915

			Eintrittsjahr Année d'admission
102.	*Borel Arnold*, Dr., ing., directeur de la Société d'exploit. des câbles électr., système Berthoud, Borel & Cie	Cortaillod (Nch)	1902
103.	*Borel Charles*, Dr., ingénieur, entreprises électriques	Cortaillod (Nch)	1894
104.	*Borel G. A.*, Dr., directeur de la Société d'exploitation des câbles électr., système Berthoud, Borel & Cie	Cortaillod (Nch)	1909
105.	*Borner Hans*, Elektrotechniker, Schöngrund 735	Olten	1921
106.	*Bosshard H.*, ingénieur, Bleichestr. 10	Winterthur	1891
107.	*Bossi Hans*, Ingenieur, Hotel Drei Könige	Basel	1921
108.	*Boucher A.*, ingénieur	Prilly (Vd)	1889
109.	*Bourquard Achille*, électrotechnicien, Impasse de l'aire	Acacias-Genève	1921
110.	*Bourquin H.*, Ingenieur, Chalet „Rebhalde", Weinbergstr.	Erlenbach (Zch)	1923
111.	*Boveri Theodor*, Ingenieur, Florhofgasse 2	Zürich 1	1924
112.	*Brack C.*, Ingenieurbureau, Verwaltung elektr. Betriebe	Solothurn	1894
113.	*Bradford S. C.*, Dr., Science Museum, South Kensington	London S. W. 7	1928
114.	*Bräm Walter*, Elektrotechniker, Zwygartenstr. 22	Schlieren (Zch)	1925
115.	*Brandenberger W.*, Elektrotechniker, Clausiusstr. 44	Zürich 6	1921
116.	*Brändli G.*, Ing., c/o Hermannstädter Elektr.-Werke A.-G.	Sibiu-Hermannstadt (Rumänien)	1910
117.	*Brandt Paul*, ingeneiro, rua 31 de Janeiro 165-2°	Porto (Portugal)	1920
118.	*Brauchli-Schmid J.*, elektr. Anlagen	Wigoltingen (Thg)	1926
119.	*Brechbühler Ernst*, Elektrotechniker, Sonnenbergstr. 12	Bern	1928
120.	*Breitfeld Carl*, Dr. phil., Professor an der deutschen technischen Hochschule, Husgasse 5	Prag (Tschechoslow.)	1923
121.	*Brentani D.*, Ingenieur, Hügelstr. 25	Zürich 2	1923
122.	*Breuer K. A.*, ing., directeur des Services industriels	Sierre (Val)	1895
123.	*von Briel Erwin*, Elektrotechniker, Hammerstr. 98	Zürich 8	1926
124.	*Brillouïn L.*, techn., Soc. des forces électr. de la Goule	St-Imier (Bn)	1905
125.	*Briquet Ch.*, Agence générale de la Cie. d'Electricité de Paris, 29, rue de la Rôtisserie	Genève	1916
126.	*Brown Sidney*, Delegierter des Verwaltungsrates der A.-G. Brown, Boveri & Co.	Baden (Arg)	1893
127.	*Brüderlin W.*, Ing., Adjunkt des Obering. des Starkstrominspektorates des S. E. V., Zollikerstr. 112	Zollikon (Zch)	1905
128.	*Brühlmann G.*, ingénieur, c/o American Brown, Boveri Electric Corperation	Camden, N. J. (U.S.A.)	1923
129.	*Brumann Otto*, Ingenieur, Mythenstr. 29	Zürich 2	1919
130.	*Brüngger Hubert*, Elektrotechniker, Hegibachstr. 78	Zürich 7	1922
131.	*Bruni Elvezio*, Ingenieur in Firma Trüb, Täuber & Cie., Amperestrasse 3	Zürich 6	1913
132.	*von Brunn Albert*, Ingenieur, Gemsenstr. 7	Zürich 6	1922
133.	*Brunner Arnold G.*, Vertreter	Meggen (Luz)	1927
134.	*Brunner F.*, directeur c/o S.A. „Siemens", 30, rue des roses	Luxembourg	1896
135.	*Brunner Gustav*, Ingenieur, Seestr. 88	Thalwil (Zch)	1928
136.	*Brunner Hans*, Elektrotechniker, Eichmattweg 7	Bern	1924
137.	*Brunner Ludwig*, Ingenieur, Utostr. 9	Wettingen (Arg)	1928
138.	*Brunner Reinhold*, Ingenieur, Haldenstr. 8	Oerlikon (Zch)	1910
139.	*Brunner Robert*, Elektrotechniker, Zehnderweg 13	Zürich 6	1928
140.	*Brunner Victor*, électrotechnicien	Chambésy (Genève)	1917
141.	*Brusa Luigi*, Ingenieur, 19, Via L. Lavizzari	Lugano	1927
142.	*Brynhildsen C. L.*, Ingenieur, Badstr. 4	Baden (Arg)	1928
143.	*Büchi J.*, konsult. Ingenieur, Freiestr. 6	Zürich 7	1905
144.	*Büchi-Müller J.*, Ingenieur, Minervastr. 13	Zürich 7	1915
145.	*Buchmann Albin*, Ingenieur, Baumackerstr. 56	Oerlikon (Zch)	1926
146.	*Buchmann Rudolf*, Ingenieur, Ehrendingerstr. 129	Ennetbaden (Arg)	1922
147.	*Buck E.*, Ing., Direktor der Gas- und Wasserwerke	Biel (Bn)	1910

		Eintrittsjahr Année d'admission
148. *Burger Amanz*, Betriebsleiter der Kraftwerkgruppe Amsteg-Ritom der S. B. B.	Amsteg (Uri)	1923
149. *Bürgi O.*, Elektroingenieur, 3, Avenue Floréal	Lausanne (Vd)	1920
150. *Bürgin Emil*, Ingenieur, Unterer Rheinweg 18	Basel	1905
151. *Bürgis Jean*, Elektriker	Schönenberg (Thg)	1910
152. *Bürgisser Jos.*, Elektrotechniker, Landstr. 170	Küsnacht (Zch)	1925
153. *Burgy R.*, ingénieur, 23, avenue Pictet Rochemont	Genève	1916
154. *Buri W.*, Betriebsleiter der Licht- und Wasserwerke	Langnau (Bn)	1907
155. *Burkhard Max*, Ingenieur, Bachtalstr. 250	Ennetbaden (Arg)	1928
156. *Burkhardt Walter*, Elektrotechniker, 51, Place de la gare	Porrentruy	1921
157. *Burlet C.*, Ing., Vorsteher der Materialverwaltg. der S. B. B.	Basel	1921
158. *Burnier Ch. A.*, ingénieur, c/o Canadian Porcelain Comp., 343, Abbey House, 4, Victoria Street	London S.W. 1	1922
159. *Burri Alphons*, Ingenieur, Dorfstr. 57	Kilchberg (Zch)	1909
160. *Butticaz C.*, ingénieur-conseil	Lausanne (Vd)	1896
161. *Büttiker Paul*, Ingenieur	Olten	1919
162. *Calame A.*, Oberingenieur, Martinsbergstr. 41	Baden (Arg)	1901
163. *Calame Eric*, Ingenieur, Cordulaplatz 2	Baden (Arg)	1928
164. *Camporini Giuseppe*, électrotechnicien, c/o S. A. Gotthardwerke	Bodio (Tn)	1928
165. *Caprez Albert*, Ingenieur, Mellingerstr. 104a	Baden (Arg)	1926
166. *Carraux Pascal*, chef d'exploitation E. E. F.	Romont (Frb)	1928
167. *Cattani Eugen*, Ingenieur, Rennweg 35	Zürich 1	1902
168. *Cavelti A.*, Ingenieur, Sonneggstr. 49	Zürich 6	1928
169. *Chabloz Louis*, ing., directeur du bureau technique de la S. A. Brown, Boveri & Cie.	Lausanne (Vd)	1906
170. *Charles E.*, Ing., Direktor der Strassenbahn St. Gallen-Speicher-Trogen	Speicher (App A-R)	1907
171. *Charvoz Jean*, ingénieur-électricien	Chêne-Bougeries (Genève)	1927
172. *Chauveau Albert*, ingénieur, 9, Boulevard Diderot	Paris	1923
173. *Chavannes R.*, ingénieur, Les Cèdres	Chambésy-dessus (Gen)	1889
174. *Choisy Eric-G.*, ingénieur, 88, rue de St-Jean	Genève	1920
175. *Christeler Ad.*, Elektrotechniker, c/o Diethelm & Cie	Saigon (Indo-Chine)	1922
176. *Christen Emil*, Elektrotechniker, Schwanengasse 1	Bern	1927
177. *Christen Fritz*, Ingenieur, Stapferstr. 23	Zürich 6	1927
178. *Christen Jakob*, Elektrotechniker, Culmannstr. 46	Zürich 6	1917
179. *Christoffel J. B.*, Dir. der Bell Telephone Manufacturing Co.	Antwerpen (Belg.)	1919
180. *Chuard Jos.*, Ingenieur, Direktor der Bank für elektr. Unternehmungen, Hadlaubstr. 17	Zürich 6	1924
181. *Clarini L.*, ingegnere, 25, via degli Strengari	Roma 15 (Italia)	1907
182. *Clerc Ed.*, ing., inspecteur de l'inspectorat des installations à fort courant de l'A. S. E., Les Sapins-Languedoc	Lausanne (Vd)	1899
183. *Cochard F.*, fournitures électrotechn., 17, avenue Dapples	Lausanne (Vd)	1918
184. *Cohen Carlo*, ingegnere, 34, Via Friuli	Milano 122 (Italia)	1922
185. *Conti Guido*, Direktor, Sonnenbergstr. 297	Ennetbaden	1906
186. *Cottier William* Ingenieur, Austr. 21	Wettingen	1925
187. *Courvoisier Frédéric*, ingénieur	Cassarate (Lugano)	1925
188. *Courvoisier G.*, ing., c/o A.-G. Brown, Boveri & Cie.,	Baden (Arg)	1923
189. *Couwenhoven, A. C.*, Dr. ing., Schartenstr. 25	Baden (Arg)	1922
190. *Cretton Alain*, ingénieur, 14, Grand-Pont	Sion (Val)	1928
191. *Creux Charles*, 6, rue du Nord (Solpée)	Luxembourg	1921
192. *Croce G.*, Ingenieur, Verwaltungsgebäude S. B. B.	Bern	1907
193. *Dahinden C.*, Betriebsleiter des Elektrizitätswerkes Altdorf	Altdorf (Uri)	1912
194. *Dähler Hch.*, Elektrotechniker	Erstfeld (Uri)	1924
195. *Dällenbach Walter* Dr., Ingenieur, Seefeldstr. 301	Zürich 8	1926

		Eintrittsjahr Année d'admission
196. *Dansse Herbert*, électrotechnicien, „Electricité" . . .	Neuveville	1928
197. *Danz H.*, Vorstand des techn. Bureau der A.-G. Brown, Boveri & Co., Kl. Muristalden 22	Bern	1913
198. *Däschler Arthur*, Ingenieur, Rütliplatz 2	Oerlikon	1928
199. *David J. M.*, Dr. ing., Les Lilas	St-Imier	1928
200. *v. Dechend R.*, Ingenieur, c/o Major Sandwith, Lushoto	Tanganyka (Torr. Afrika)	1924
201. *Degen Charles*, ingénieur, 6, avenue Haldimand . . .	Yverdon (Vd)	1922
202. *Degoumois Ch.*, Traktionschef der Städt. Strassenbahn	Bern	1906
203. *Degoumois Charles*, ingénieur, Cordulaplatz 9 . . .	Baden (Arg)	1928
204. *Demartin Albert*, Elektrotechniker bei der Obertelegraphendirektion	Bern	1907
205. *Denzler Max*, Elektrotechniker, Ilanzhofweg 5 . . .	Zürich 6	1925
206. *Denzler Max F.*, ingénieur, 79, Beaufort Place . . .	New-Rochelle (N.Y.)	1920
207. *Deriaz August*, Elektrotechniker, Frohsinnweg 3 . . .	Thun	1926
208. *Dettwiler Otto*, Betriebsleiter d. Elektrizitätswerkes Trins	Tamins (Grb)	1919
209. *Dick Emil*, ingénieur, 4, Boulevard Dubouchage . . .	Nice (France)	1922
210. *Diebold Ernst*, Elektrotechniker, Bachtobelstr. 74. . .	Zürich 3	1924
211. *Diebold Eug.*, Direktor der Städtischen Werke . . .	Baden (Arg)	1928
212. *Diener Eugen*, Techniker, St. Georgenstr. 27	Winterthur (Zch)	1907
213. *Dill Hans*, Elektrotechniker	Gümligen (Bn)	1924
214. *Dolch Alex*, Ingenieur, Harrachgasse 22/II	Graz 1	1925
215. *Dotzheimer Aug.*, Direktor der Motor-Columbus A.-G. .	Baden (Arg)	1907
216. *Drotschmann Hugo*, Ingenieur, Blümlisalpstr. 53 . . .	Zürich 6	1924
217. *Druey W.*, Ingenieur, Hadlaubsteig 8	Zürich 6	1928
218. *Dübendorfer Gottlieb*, Ingenieur, Ankengasse 5 . . .	Zürich 1	1927
219. *Dübendorfer J. J.*, Ingenieur, Zürcherstr. 159	Höngg (Zch)	1899
220. *Dübi Walter*, Ing., Direktor der Kabelwerke Brugg A.-G.	Brugg (Arg)	1917
221. *Dubied Alexandre*, ingénieur-conseil, Hôtel des Postes	Neuchâtel	1926
222. *Dubochet Ed*, dir. adm. de la Soc. Rom. d'Electricité	Territet (Vd)	1904
223. *Duboux L.*, ingénieur, 57, avenue Wendt	Genève	1899
224. *Duc Jean*, électricien	St.-Maurice (Val)	1923
225. *Duché*, Adm.-Directeur de la Cie Générale d'Electro-Céramique, 16, rue de la Baume	Paris 8e	1926
226. *Dudler Anton*, Ing. b. Obering. für Elektrifikation der S.B.B.	Bern	1925
227. *Dudler Karl*, Betriebsingenieur, Kraftwerk Laufenburg .	Laufenburg	1922
228. *Duflon Louis*, ingénieur	Villeneuve (Vd)	1910
229. *Dufour Pierre*, ingénieur, Charmettes C.	Lausanne (Vd)	1908
230. *Dumure Pierre*, ingénieur, 12, avenue Bonne Espérance	Lausanne	1919
231. *Dünner E.*, Ing., Professor a. d. E. T. H., Winterthurerstr.39	Zürich 6	1923
232. *Dürler Willy*, Elektroingenieur, c/o Rhätische Bahn . .	Chur	1922
233. *Dutoit Marc*, Ingenieur, Felsenstrasse	Olten	1917
234. *Dutoit René*, ingénieur, 7, avenue de France 29 . .	Lausanne	1928
235. *Duvoisin Edouard*, ingénieur, P. O. Box 855	Pittsfield (Mass. U.S.A.)	1918
236. *Eberhard Edwin*, Elektrotechniker, Weissensteinstr. 27 .	Bern	1922
237. *Ebersberger Max*, Ingenieur, Rütistr. 12	Baden (Arg)	1928
238. *Eckert B.*, Ingenieur, Zollikerstr. 47	Zollikon (Zch)	1922
239. *Eckert Henri*, ingénieur, Fellenbergstr. 14	Bern	1928
240 *Eckinger F.*, Ingenieur, Direktor der Elektra Birseck . .	Dornach (Sol)	1889
241. *Eckinger-Suter L.*, Ing. i. Fa. Emil Haefely & Co., A.-G.	Dornach (Sol)	1900
242. *Edström J. S.*, Ingenieur, Direktor der Almänna Svenska Elektriska Aktiebolaget	Västerås (Schweden)	1898
243. *Egg H.*, Ing., Dir. der Masch.-Fabr. Oerlikon, Häldeliweg 17	Zürich 7	1899
244. *Eggenberger H.*, Obering. bei der Generaldirektion der S. B. B., Engeriedweg 19	Bern	1928
245. *Eggenberger Ulrich*, Ingenieur, Plattenstr. 78	Zürich 7	1925

			Eintrittsjahr Année d'admission
246.	*Egger Léon*, Adm.-Directeur de la Société Savoisienne des Constructions électriques	Aix-les-Bains (Savoie)	1926
247.	*Egli Albert*, Elektrotechniker, Postfach C B 2/250	Basel	1926
248.	*Egli Alois*, Ingenieur, Rousseaustr. 86	Zürich 6	1928
249.	*Egli Hch.*, Ingenieur i. Fa. Kaegi & Egli, Villa Heimgarten	Seebach (Zch)	1918
250.	*Egli Hch.* jun., Ingenieur, Villa Heimgarten	Seebach (Zch)	1927
251.	*Egli Paul*, Ingenieur, Dufourstr. 10	Aarau	1917
252.	*Eglin S.*, Ingenieur, Nadelberg Nr. 1	Basel	1923
253.	*Egloff Paul*, Ingenieur, Kornhausstr. 53	Zürich 6	1926
254.	*Ehrensperger J.*, Ing., Direktor der Motor-Columbus A.-G.	Baden (Arg)	1907
255.	*Eigenheer C. H.*, Ingenieur, fermo in posta	Menaggio (Italia)	1918
256.	*Ekert Ferd.*, Ingenieurbureau	Oerlikon	1907
257.	*Elmer Jost*, Ingenieur, Schartenstr. 43	Baden (Arg)	1924
258.	*Elmpt Carl*, Elektrotechniker	Kreuzlingen-Ost	1928
259.	*Elsener A.*, Dir. des Elektrizitätswerkes des Kts. Thurgau	Arbon (Thg)	1906
260.	*Emch Oskar*, Ingenieur, Baustr. 9	Biel	1925
261.	*Emmanuel Edm.*, Dr. phil., ing., 6, Boulev. James Fazy	Genève	1910
262.	*Enderli E.*, Elektrotechniker	Thayngen (Scha)	1922
263.	*Enderlin Max*, Ingenieur	Lengwil-Winden (Thg)	1924
264.	*von Engelshoven W. J. H.*, Ingenieur, Deli Mij Batang	Srangan, Postk. Bindjei (O. K. Sumatra)	1924
265.	*Engler Emil Alfred*, Masch.-Ingenieur, Höhtalstr. 270	Ennetbaden (Arg)	1928
266.	*Eplattenier Maurice*, ingénieur c/o Cie. industrielle Brown, Boveri, 23, rue Brialmont	Bruxcelles (Belg.)	1928
267.	*Erb Emil*, Elektrotechniker, Mythenstr. 33	Zürich 2	1923
268.	*Erb Jakob*, Elektrotechniker, Depotchef der St. E. B.	Stansstad (Ndw)	1923
269.	*Ericson Thorsten*, Ingenieur c/o A.B. Bergslagens Gemensamma Kraftförwaltning	Västerås (Schwed)	1924
270.	*Erny Emil*, Delegierter des Verwaltungsrates der N. O. K.	Kilchberg (Zch)	1924
271.	*Esslinger Mathias*, Maschinenmeister	Gampel (Val)	1920
272.	*Etienne Eugène*, Ingenieur c/o Schweiz. Eisenbahnbank, Malzgasse 32	Basel	1924
273.	*Eugster C.*, Elektrotechniker der Rhät. Bahn	Landquart (Grb)	1920
274.	*Eugster H.*, Elektrotechniker, Elektrizitätswerk Wangen	Wangen a. A. (Bn)	1917
275.	*Evers Hugo*, Elektroing., Dir. der Cece-Graphitwerk A.-G. Hofwiesenstr. 30	Oerlikon (Zch)	1911
276.	*Fäh Paul*, Kontrollingenieur beim Eidg. Eisenbahndepartement, Falkenhöheweg 15a	Bern	1915
277.	*Fanciola Peppino*, Ingenieur, Pestalozzistr. 55	Zürich 7	1927
278.	*Farny J. L.*, Ing., Professor a.d. E.T.H., Witikonerstr. 244	Zürich 7	1900
279.	*Favarger A.*, ing., 14, rue de Pertuis du Sault	Neuchâtel	1891
280.	*Favez H.*, Professeur à l'Ecole d'Ingénieurs, 4a, avenue d'Echallens	Lausanne (Vd)	1916
281.	*Favre*, de la maison W. J. Favre & fils, 3, rue de la Halle	Genève	1896
282.	*Fehr E.*, Dr. jur., Direktor der N. O. K., Kaspar-Escherhaus	Zürich 1	1919
283.	*Ferguson Samuel*, ing., Managing Director Ferguson Pailin Ltd. Higher Openshaw	Manchester (Engl)	1925
284.	*Ferrari Marcel*, ing. électricien, Cortes 632	Barcelone	1928
285.	*Fiedler Josef*, Ingenieur, Leiter des städt. Elektrizitätswerkes	St. Veit a./d. Glan (Oesterr.)	1926
286.	*Fierz Jacques*, 77, rue Alphonse Renard	Bruxelles	1910
287.	*Fietz G.*, Elektrotechniker, Obere Zäune 4	Zürich 1	1896
288.	*Filliol A.*, ing., directeur du Service de l'Electricité de la ville de Genève, Case Mont Blanc	Genève	1896
289.	*Finaz Frédéric*, ingénieur, 2, rue Maurice	Genève	1909

		Eintrittsjahr Année d'admission
290. *Finzi Leo,* Dr., ord. Professor der Elektrotechnik an der Techn. Hochschule	Aachen (Deutschl.)	1928
291. *Fischer Ed.,* chef d'exploitation de la S. A. Force et Lumière Vernayaz	Vernayaz (Val)	1916
292. *Fischer Eugen,* Elektrotechniker	Goldau (Schw)	1922
293. *Fischer Eugen,* Ingenieur, Schöneggstr. 16	Dietikon (Zch)	1926
294. *Fischer Hans,* Direktor der A.-G. für elektr. Beleuchtung	Pontresina (Grb)	1904
295. *Fischer H.,* Ingenieur, Generalvertreter der Pope-Lampen	Thalwil (Zch)	1928
296. *Fischer Josef,* Ingénieur, Hagnaustr. 22	Basel/Schänzli	1924
297. *Fischer Richard,* Ingenieur, Ottikerstr. 23	Zürich 6	1912
298. *Fischler Robert,* Ingenieur, bei Familie Gebhart, Keuzlibergstrasse	Baden (Arg.)	1927
299. *Flesch L.,* ingénieur-conseil, 4, rue Pichard	Lausanne (Vd)	1894
300. *Flückiger Franz,* Betriebstechniker, Sternmattstr. 1	Luzern	1917
301. *Flügel Paul,* Elektrotechniker, Hochschulstr. 6	Bern	1896
302. *Fluri Walter,* Betriebsassistent des Elektrizitätswerkes der Stadt Biel, Sesslerstr. 5	Biel	1916
303. *Flury Placidus,* Elektrotechniker, Mühlemattstr. 3	Luzern	1928
304. *Flury W.,* Techn. Bureau, Rigistr. 42	Luzern	1923
305. *Forest Claudius,* Adm.-Directeur de la Sté Savoisienne de Constructions électriques	Aix-les-Bains (Savoie)	1926
306. *Fornerod Emil,* Ingenieur, Multenweg 27	Binningen (Bld.)	1903
307. *Forrer Joh.,* Dr., Sektionschef der Obertelegraphendirektion	Bern	1928
308. *Forster Paul,* ing., 7, viale Casanova	Cornigliano (Ligure, Italia)	1900
309. *Forter Robert,* Chef des Leitungsbaubureau für Elektrifikation der S. B. B., Eilgutgebäude	Zürich	1922
310. *Fouilloux Charles,* ing., directeur de la Compañia Sevillana de Electricidada, Apartado 45	Sevilla (Esp)	1926
311. *Frei Emil,* Direktor der Elektrizitäts- und Gaswerke A.-G.	Davos-Platz	1922
312. *Frei H.,* Ingenieur	O.-Engstringen (Zch)	1894
313. *Frei P.,* alt Obertelegr.-Inspektor, Gutenbergstr. 14	Bern	1893
314. *Freund E,* Ing., Direktor der Kraftwerke an der Reuss	Bremgarten (Arg)	1893
315. *Frey Albert,* Ing., Direktor der Elektra Markgräflerland	Haltingen (Rep. Baden Bez. Lörrach)	1905
316. *Frey Max,* Ingenieur, Bachstr. 56	Schaffhausen	1927
317. *Frick Walter,* Ingenieur, Gundeldingerstr. 432	Basel	1927
318. *Frick Walter,* Ingenieur, Weinbergstr. 98	Zürich 6	1929
319. *Friedli Jean,* ingénieur, 48, rue Président Wilson	Le Havre (France)	1928
320. *Frisch Aug.,* Apparatebau „Afa"	Rebstein (St. G)	1903
321. *Fritz Hans,* Elektrotechniker, Mülhausenstr. 28	Basel	1925
322. *Frizzoni J. Peter,* Betriebschef der Energia Elettrica de Cataluña	Capdella (Prov. Lerida Spanien)	1922
323. *Fröhlich William L.,* Ingenieur, Scheuchzerstr. 65	Zürich 6	1925
324. *Fryberg Hans,* Elektrotechniker, bei Hrn. E. Albiez, Spalenring 67	Basel	1928
325. *Füglister Hans,* Ingenieur, Clausiusstr. 65	Zürich 6	1925
326. *Funk Fritz,* Präsident des Verwaltungsrates der B. B. C.	Baden (Arg)	1907
327. *Furter Hermann,* Ingenieur, Aeschenvorstadt 37	Basel	1928
328. *Gaillard E.,* ingénieur, Bureau d'études techn. et industr.	Lausanne (Vd)	1899
329. *Ganguillet Jean,* Ingenieur, Freiestr. 33	Zürich 7	1925
330. *Ganguillet O.,* Ingenieur, Freiestr. 33	Zürich 7	1890
331. *Gantenbein Andr.,* Ingenieur, Meierhofstrasse	Baden (Arg)	1922
332. *Ganz Rud.,* Betriebsleiter d. Gemeinde-Elektrizitätswerkes	Kerns (Obw)	1910
333. *Garbet Adolfo,* Profesor Universidad La Plata, Calle 47, No. 377	La Plata (Argent.)	1924
334. *Gasser Fritz,* électricien, 45, rue Fendt	Genève	1922

		Eintrittsjahr Année d'admission
335. *Gasser-Rohrer R.*, Elektrotechniker I. Kl. beim Elektrizitätswerk der Stadt Bern	Bern	1928
336. *Gassmann Willy*, Ingenieur, Dufourstr. 54	Zollikon (Zch)	1928
337. *Gauchat D.*, Ingenieur, Streulistr. 54	Zürich 7	1896
338. *Gaddard Robert*, Ingenieur, Sihlstr. 33	Zürich 1	1926
339. *Gauthier Max A. E.*, ing., 142, rue de Courcelles	Paris (France)	1917
340. *Gehring Franz*, Ingenieur, Vordere Mäderstr. 20	Baden (Arg)	1928
341. *Gehring K.*, Elektrotechniker, Rosenbergstr. 146	Wallisellen (Zch)	1922
342. *Geiser H.*, Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt	Schaffhausen	1895
343. *Geisshüsler R.*, Ing, elektrot. Bureau, Reckenbühlstr. 17	Luzern	1901
344. *Gengenbacher R*, Ingenieur des Elektrizitätswerkes Basel	Basel	1907
345. *Georg Werner*, Ingenieur, Hertensteinstr. 231	Ennetbaden	1927
346. *Gerber F. H*, Ingenieur, Freistr. 16	Wettingen (Arg)	1928
347. *Gerecke Eduard*, Ingenieur, Asylstr. 68	Zürich 7	1928
348. *Germann Viktor*, Ingenieur, Hirslanderstr. 44	Zürich 7	1927
349. *Germiquet H.*, Inspektor d. kant. Brandversicherungsanstalt	Bern	1911
350. *Gervasoni P.*, Chef de construction de la Société Electrique Evian-Thonon-Annemasse, 5, rue des Arts	Thonon-les-Bains (Hte Savoie)	1917
351. *Gerwer Fr.*, Ingenieur, Dorfstr. 61	Kilchberg (Zch)	1900
352. *Gfeller Otto*, Elektroingenieur, Keltenstr. 99	Bern-Bümpliz	1920
353. *Gianelli D.*, Ingenieurbureau, Waisenhausstr. 12	Zürich 1	1926
354. *Giger Walter*, ingénieur, 431, Pennstreet	Camden N. J. (U. S. A.)	1922
355. *Girard Albert*, ingénieur, 16, rue Milton	Paris 9e	1906
356. *Girsberger Emil*, elektrische Installationen	Glattbrugg (Zch)	1927
357. *Giudici Cesare A.*, Ingenieur	Giornico (Tn)	1925
358. *Glaser*, Ingenieur der M. F. O., Myrtenstr. 23	Oerlikon (Zch)	1912
359. *Glazunar Alex.*, Dr. ing., Professor an der Montanistischen Hochschule	Pribram (Tschechoslov.)	1928
360. *Gloor Oskar*, Ingenieur, Kräbelistr. 23	Baden (Arg)	1928
361. *Goichot L.*, ingénieur-électricien, 20, rue du Pont-du-Gat	Valence-sur-Rhône (Dép. Drôme, France)	1893
362. *Gonin Edouard*, techn.-électr., 79, avenue d'Echallens	Lausanne	1927
363. *Graber E.*, Ingenieur, Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt Luzern, Sälihügel 7	Luzern	1922
364. *Graf-Birch Rud.*, Elektrotechniker, Nordstr. 174	Zürich 6	1916
365. *Graf Otto*, Elektrotechniker	Witikon b. Zürich	1926
366. *Graner Emil*, Directeur de la Société des forces électriques de la Goule	St-Imier	1907
367. *Gränicher Max E.*, Ingenieur, Elektrizitätswerk	Schwanden (Gl)	1927
368. *Grediger Friedr.*, Elektroingenieur, Bubenbergstr. 41	Biel	1919
369. *Gretz Pedro*, ingeniero, Campalans, 70, torre	Hospitalet (Barcelona)	1928
370. *Grieb Fritz*, Ingenieur, Zürichstr. 99a	Baden (Arg)	1923
371. *Grimm Leop.*, Ing., Professor an der Tschechisch-Techn. Hochschule	Brünn (Tschechoslov.)	1924
372. *Grimm Leopold*, Ingenieur c/o Skodawerke, Mezibranska 13	Prag (Tschechoslov.)	1927
373. *Grinberg Boris S.*, ingénieur, c/o Stabilimento Brill, Viale Indipendenza 24	Affori (Prov. de Milan)	1924
374. *Grivat Jules*, ingénieur, 4, rue Bergières	Lausanne (Vd)	1911
375. *Grob Ernst*, Ingenieur, Samariterstr. 10	Zürich 7	1928
376. *Grob Max*, Ingenieur, Dienerstr. 28	Zürich 4	1920
377. *Grob W.*, Ingenieur, Ländliweg	Baden (Arg)	1922
378. *Grosclaude H.*, ingénieur, rue Calvin	Genève	1920
379. *Gross Thomas*, Ingenieur	Sta. Maria, Münstertal (Grb)	1923
380. *Grossen G.*, Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt	Aarau	1928

			Eintrittsjahr Année d'admission
381.	*Grunauer Fr.*, Elektrotechniker, Mattenhofstr. 42	Bern	1918
382.	*Grünberg L. M.*, ingeniero, c/o Sociedad Española Oerlikon, Calle de Huertas 11	Madrid 12 (Esp)	1925
383.	*Grütter Karl*, Ingenieur, Betriebsleiter der A.-G Bündner Kraftwerke	Samaden	1917
384.	*Gschwind W. E.*, Direktor	Spiez (Bn)	1902
385.	*Gsteiger Werner*, Elektrotechniker, b/Sihltalbahn, Manessestr. 152	Zürich 3	1919
386.	*Guanter José*, Ingenieur, Weineggstr. 38	Zürich 8	1925
387.	*Gubler Fr.*, Ingenieur, Mellingerstr. 58	Baden (Arg)	1907
388.	*Guex G.*, Ing., Direktor der Stansstad-Engelbergbahn	Stansstad (Ndw)	1919
389.	*Gugelmann O.*, Ingenieur, Nr. 304	Bassersdorf (Zch)	1928
390.	*Guggenheim Sig.*, Dr. ing., Klosbachstr. 133	Zürich 7	1910
391.	*Gugler F.*, Ing., Direktor, c/o Motor-Columbus A.-G., Bauleitung des Kraftwerkes Ryburg-Schwörstadt	Ryburg (Arg)	1922
392.	*Guhl Willy*, Ingenieur	Steckborn (Thg)	1928
393.	*Guillermet Ed.*, ingénieur, Maison Corbaz	La Chapelle s. Carouge (Gen)	1899
394.	*Gürtler Theophil*, Ingenieur, Allmendstr. 12	Bern	1919
395.	*Gut Gottlieb*, Ingenieur, Direktor, Schliessfach	Dresden Nr. 23	1917
396.	*Gutekunst C. E.*, Elektrotechniker, Friedheimstr. 18	Olten (Sol)	1904
397.	*Güttinger Oskar*, Ingenieur, Museggstr. 18	Luzern	1907
398.	*Guye C. E.*, Dr., professeur de physique à l'Université, 4, route de Florissant	Genève	1894
399.	*Gwerder B.*, elektr. Anlagen	Vorderthal (Schw)	1924
400.	*Gygi G.*, ingeniero, Gran Via Layetana 48 — 4^{0} 2a	Barcelona (Esp.)	1927
401.	*Gyr Karl H.*, Dr. phil., Ingenieur	Zug	1912
402.	*Gyr Walter*, Ingenieur der S. A. des Ateliers de Sécheron, Genève, Hofwiesenstr. 27	Zürich 6	1909
403.	*Gysel J.*, Direktor, Rainstrasse 21	Zürich 2	1910
404.	*Gysi P.*, Ingenieurbureau für Elektrotechnik, Bolleystr. 1	Zürich 6	1904
405.	*Gysin Otto*, Ingenieur, Wörthstr. 29^{IV}	München	1929
406.	*Gysin Walter*, Elektrotechniker, Zeltweg 64	Zürich 7	1922
407.	*Haas Berch.*, Ingenieur, Bachtalstr 250	Ennetbaden (Arg)	1928
408.	*Haas Robert*, Dr. ing., Dir. d. Kraftübertragungswerke A.-G.	Rheinfelden (Arg)	1912
409.	*Häberli Fritz*, Ingenieur, Brown-Boveristr. 12	Baden (Arg)	1924
410.	*Habich H.*, Ingenieur, Engeriedweg 15	Bern	1922
411.	*Hablützel Walter*, Elektrotechniker, Eirmensdorferstr. 108	Zürich 3	1928
412.	*Haefelfinger Albert*, ingénieur, 15, rue Cavour	Genève	1926
413.	*Häfely Emil*, Dr. ing. h. c., i. Fa. Emil Häfely & Cie.	Basel	1922
414.	*Häfely Guido*, Dr. ing.	Muttenz (Bld)	1922
415.	*Hafter A.*, Ingenieur der A.-G. Brown, Boveri & Co.	Baden (Arg)	1896
416.	*Hagenbuch Hermann*, Ing. der A.-G. Brown, Boveri & Cie.	Baden (Arg)	1922
417.	*Haggenmacher Otto*, Ing., Direktor der A.-G. zur Fabrikation vegetabilischer Oele	Horn (Thg)	1923
418.	*Hahn W. Eug.*, ingénieur, 69, Fritzwilliam Square	Dublin (Irish Free State)	1924
419.	*Hakios Alf.*, Direktor der rechtsufrigen Thunerseebahn, Bahnhofstr. 10	Thun	1913
420.	*Halbertsma*, Dr., Ingenieur, Prokurist der Philips-Glühlampenfabrik A.-G.	Eindhoven (Holland)	1923
421.	*Haller Hans*, Chefmaschinist, Felsenaustr. 47	Bern	1926
422.	*Häny Juan*, électricien, Jefe tecnico, c/o Siemens-Schuckert, Industria Electrica, San José 19	Sta Cruz de Tenerife (Esp) [Kanarische Inseln]	1922
423.	*Hasler Otto P.*, Ingenieur, Winterthurerstr. 49	Zürich 6	1915
424.	*Hauck Th.*, Elektrotechniker, Kraftwerke Oberhasli A.-G.	Innertkirchen	1922

		Eintrittsjahr Année d'admission
425. *Haueter Hans,* Ingenieur, Rosenbergstr. 57.	Neuhausen (Scha)	1910
426. *Haug Rudolf,* Ingenieur, Hadlaubstr. 97	Zürich 6	1922
427. *Hausch Theodor,* Ingenieur, Aavorstadt	Lenzburg	1923
428. *Hauser Ad.,* Betriebsassist. d. Nordostschweiz. Kraftwerke	Baden (Arg)	1917
429. *Hauser Ernst,* Ingenieur, Bäumlestr. 5	Schaffhausen	1922
430. *Hediger Walter,* Elektrotechniker, Zürcherstr. 35 . . .	Schlieren	1923
431. *Hees Walter,* Elektrotechniker, Neubrückstr. 122 . . .	Bern	1928
432. *Heimann Fritz,* Ingenieur, p. Adr. Hr. Bächli, Burghalde	Baden (Arg)	1922
433. *Heinzelmann Tr.,* Vorsteher der Inst.-Abt. der B. K. W.	Bern	1907
434. *Helg Ulrich,* Ingenieur, bei Frau Dr. v. Schoeler, Schweppermannstr. 55	Nürnberg	1927
435. *Henggeler-Frey August*	St. Niklausen (Luz)	1894
436. *Henriod M.,* ingénieur, Société Européenne Ohio-Brass Matériel électrique, 18, rue de Tilsitt	Paris (France)	1925
437. *Hensel J.,* Alte Beckenhofstr. 62	Zürich 6	1922
438. *Herlitz Ivar,* Civilingenieur, c/o A. S. E. A.	Ludvika (Schweden)	1928
439. *Herren A.,* installations électriques, 4, rue du Midi .	Lausanne	1926
440. *Herrensberger W.,* Ingenieur	Oberuzwil (St G)	1927
441. *Herzog-In Albon Hans,* Oberingenieur, Parkweg 12 .	Basel	1924
442. *Hess A.,* Prokurist der Elektrizitätswerke des Kts. Zürich	Rüschlikon (Zch)	1900
443. *Hess Oskar,* Ingenieur, Dynamostr. 39	Baden (Arg)	1928
444. *Hess Otto,* Elektrotechniker, Rebenstr. 46	Arbon (Thg)	1918
445. *Hess Wilh.,* Dr., Ingenieur, Beethovenstr. 7	Zürich 2	1906
446. *Heusser Emil,* Ingenieur, Augustin-Kellerstrasse . . .	Aarau (Arg)	1905
447. *Heusser Gottfr.,* Ingenieur, Bramberghöhe 7	Luzern	1926
448. *Heutschy P.,* Elektrotechniker, c/o Elektrizitätswerk . .	Basel	1926
449. *Hilfiker Hans,* Ingenieur, c/o Direccion de Tropas y Servicios de Comunicaciones, Avenida Bullreich . .	Buenos-Aires (Palermo)	1925
450. *Hirt Fritz,* Elektrotechniker, Werk II	Niedergerlafingen (Sol)	1923
451. *Hitz Alfred,* Ingenieur, Goldbrunnenstr. 79	Zürich 3	1921
452. *Hoeffleur Carl,* ingénieur, Via Cassarinetta 9 . . .	Lugano	1924
453. *Hoenig Curt,* Ingenieur, Mythenquai 28	Zürich 2	1922
454. *Hofer E.,* Sektionschef für elektr. Anlagen des Kr. III. der S. B. B., Lavaterst. 31	Zürich 2	1905
455. *Hofer Hans,* Betriebsleiter der Verzinkerei Zug A.-G.	Zug	1917
456. *Hofer J. Othmar,* Elektrotechniker, z. Viamala . . .	Thusis (Grb)	1916
457. *Hofer Paul,* Elektrotechniker, Altkircherstr. 20 . . .	Basel	1919
458. *Hofer Reinhard,* Elektrotechniker, Winterthurerstr. 75 .	Zürich 6	1927
459. *Hoffmann G.,* Ingenieur der Motor-Columbus A.-G. . .	Baden (Arg)	1912
460. *Hohl E.,* Betriebsleiter der St. Gall.-App. Kraftwerke A.-G.	St. Gallen	1903
461. *Holm Ingve,* Ingenieur, c/o Städtisches Elektrizitätswerk	Halmstad (Schweden)	1928
462. *Holzach-Huber Ferd.,* Ingenieur, Neubadstr. 121 . . .	Basel	1928
463. *Honegger Albert,* Ingenieur, Winterthurerstr. 40 . . .	Zürich 6	1907
464. *Huber Arnold,* Inspektor beim Starkstrominspektorat des S. E. V., Villa Rhätia	Höngg (Zch)	1907
465. *Huber Hanns,* Ingenieur, St. Jakobstr. 21	Basel	1924
466. *Huber-Ruf Alfred,* Ingenieur, Weinbergstr. 87	Zürich 6	1917
467. *Huber-Stockar E.,* Dr. ing. h. c., Neumünsterallee 12 .	Zürich 8	1891
468. *Hug F.,* Ingenieur, Schartenstr. 3	Baden (Arg)	1915
469. *Hugentobler Otto,* Verwalter der Elektra Fraubrunnen .	Jegenstorf (Bn)	1917
470. *Huguenin M.,* ing., directeur de la Clématéite . . .	Vallorbe (Vd)	1914
471. *Humbert H. Ph.,* Oberingenieur, Freudenbergstr. 7 . .	Zürich 7	1928
472. *Hünerwadel Georg,* Ingenieur, c/o Sociedade Suissa, rua São Pedro 14, Caixa postal 1775	Rio de Janeiro (Brasil.)	1927

Eintrittsjahr
Année
d'admission

473. *Hünerwadel Leonhard,* Engenheiro a/c Sociedade commercial e industrial Suissa no Brasil, Caixa postal 1775 Rio de Janeiro (Brasil.) 1928
474. *Hunziker Albert,* Betriebsassistent B. K. W., Centralpl. 49 Biel (Bn) 1921
475. *Hunziker-Brunner E.,* Oberingenieur der A.-G. Brown, Boveri & Co. . . . . Baden (Arg) 1906
476. *Hürbin Max,* Ingenieur, Mythenstr. 25 . . . . . . Zürich 2 1926
477. *Hurter Ernst,* Elektroingenieur, St. Georgenstr. 42 . . Winterthur (Zch) 1918
478. *Hurter Hans,* Ingenieur, St. Albananlage 4 . . . . Basel 1896
479. *Hürzeler Hans,* Betriebsleiter, E. K. Z. . . . . . . Wädenswil (Zch) 1902
480. *Imhof Alfred,* Prof., Ingenieur, Breitestr. 52 . . . . Winterthur (Zch) 1918
481. *Inaebnit Ch.,* directeur de la fabrique d'accumulateurs d'Oerlikon, bureau de Lausanne, 14, Passage de Montriond . . . . Lausanne (Vd) 1896
482. *Indermühle Ed.,* Entreprises électriques fribourgeoises Romont (Frb) 1917
483. *Inhelder Hans,* Ingenieur, Rebbergstr. 261 . . . . Baden (Arg) 1922
484. *Iselin Robert,* Ing., Bauinspektor des Elektrizitätswerkes Basel 1906
485. *Isler Robert,* directeur de la Société Electrique d'Evian-Thonon-Annemasse . . . . Thonon-les-Bains (Haute Savoie) 1908
486. *Itschner Max,* Ingenieur, Freiestr. 27 . . . . . . Zürich 7 1927
487. *Jaccard A.,* chef d'exploit. du chemin de fer Rolle-Gimel Rolle (Vd) 1921
488. *Jäcklin Hans,* Betriebsingenieur, Sulgeneckstr. 22 . . Bern 1922
489. *Jackson E. Ph.,* ingénieur, Villa „Emmita", Av. de Gelos Pau (B. P., France) 1897
490. *Jäger Erwin,* Elektrotechniker, Seestrasse . . . . . Salmsach (Thg) 1923
491. *Jasinski Alexander,* Ingenieur, Kubel . . . . . . Bruggen (St G) 1921
492. *Jenny Hans,* ingénieur, 6 Asbrook Terrace Ranclagh . Dublin (Irland) 1922
493. *Jéquier Maurice,* ingénieur, 7, Faubourg du Crêt . . . Neuchâtel 1928
494. *Jobin Abel,* Ingénieur en chef de la Cie. d'Electricité Industrielle, Boulevard Ed. Rostand . . . . . . Bagnères de Luchon (Hte Garonne) 1919
495 *Jobin Bernard,* Ingenieur, Münchensteinerstr. 154 . . . Basel 1922
496. *Jöhr Albert,* Ingenieur, Rütistr. 13 . . . . Baden (Arg) 1925
497. *Joller Josef,* Elektrotechniker . . . . Stans (Nidw) 1923
498. *Joos Andr.,* Elektrotechniker, Bachtelstr. 7 . . . . . Veltheim (Zch) 1917
499. *Joye Paul,* Prof. Dr., directeur de l'Institut de Physique de l'Université de Fribourg . . . . Fribourg 1920
500. *Jucker Werner,* électrotechnicien, 15, rue de Valencienne, Belfort (France) 1922
501. *Jugation Adolphe,* électricien . . . . Troistorrents (Val) 1919
502. *Juillard E.,* ingénieur, professeur à l'Université de Lausanne, 7, chemin des Fauconnières . . . . Lausanne 1925
503. *Jungi Ernst,* Elektrotechniker, Brunnenstr. 3 . . . . Oerlikon (Zch) 1918
504. *Junod Léon,* Ingenieur, Tödistr. 15 . . . . Zürich 2 1927
505. *Kallir Ludwig,* Ingenieur, Direktor der A.E.G.-Union E.G., Schlüsselgasse 3 . . . . Wien IV/1 1924
506. *Kammerer Victor,* ing. en chef, 6 et 8, rue de la Bourse Mulhouse (Alsace) 1901
507. *Kapp Emil,* Elektrotechniker, Kasthoferstr. 32 . . . Bern 1922
508. *Karrer Ernst,* Elektrotechniker, Manessestr. 84 . . . Zürich 3 1925
509. *Karrer J.,* Ingenieur, Prokurist der M. F. O., Hofwiesenstr. 38 Zürich 6 1928
510. *Käser Hans,* Ingenieur, Forchstr. 144 . . . . . . Zürich 7 1927
511. *Kaufmann M.,* Dr. ing., Chamerstr. 22 . . . . . . Zug 1928
512. *Keel Hans,* engeneiro, Rua Costa Pinto 25 . . . Paco d'Arcos (Portugal) 1911
513. *Keller Hans,* Elektrotechniker, Mellingerstr. 88 . . . . Baden (Arg) 1924
514. *Keller Jakob,* ingénieur, 15, rue Bernegger . . . . Strasbourg (Als.) 1926
515. *Keller Max Leo,* Ingenieur, Moosstr. 13 . . . . Höngg (Zch) 1918
516. *Keller O.,* Elektrotechniker, Grendelstr. 326 . . . . Baden (Arg) 1924

		Eintrittsjahr Année d'admission
517. *Keller Paul,* Direktor der Bernischen Kraftwerke A.-G. Optingenstr. 5	Bern	1909
518. *Keller Walter,* Ingenieur, Hallerstr. 5	Bern	1927
519. *Kern-Berger Erwin,* Ingenieur, Rennweg 6	Wettingen (Arg)	1928
520. *Kern Ivan,* ingénieur, Villa les Blenets, chemin Isola Bella	Cannes (France)	1924
521. *Kesselring Aug.,* ingénieur, rue du Parc	Strasbourg-Robertsau	1913
522. *Kiener Hans,* elektrotechnisches Bureau	Stäfa (Zch)	1907
523. *Kilchenmann Bruno,* chef de section Traction C. F. F., Clos des Palmiers, Epinettes	Lausanne (Vd)	1907
524. *Kimmerlé Felix,* ingénieur, c/o Lampes Philips S. A. 2, rue Thalberg	Genève	1928
525. *Kirschke M.,* Ingenieur, Allmengasse 7	Langenthal	1907
526. *Klaiber Willy,* Ingenieur, Minervastr. 3	Zürich 7	1925
527. *Kleiner-Epprecht A.,* Ingenieur c/o Kraftwerke Oberhasli A.-G.	Innertkirchen (Bn)	1917
528. *Klingenfuss Carl,* Ingenieur, Petersgasse 7	Basel	1926
529. *Kloninger Hans Conrad,* Ingenieur, am Gottesgraben	Wettingen (Arg)	1925
530. *Knecht Hans,* Ingenieur	Feldmeilen (Zch)	1921
531. *Knobel Anton,* électrotechnicien, Maison Abadie	Luz St. Sauveur (Htes Pyrénées)	1925
532. *Knoche Carl,* Generaldir. der Kabelwerke Duisburg A.-G.	Duisburg am Rhein (Deutschl.)	1928
533. *Knöpfel Hans,* Ingenieur, Mellingerstr. 94a	Baden (Arg)	1907
534. *Knöpfel M.,* Elektrotechniker, Ehrendingerstr. 130	Baden (Arg)	1923
535. *Knöpfli Otto,* Ingenieur, José Hemandez 2321	Buenos-Aires Belgrano (Argent.)	1917
536. *Kobel-Seiler Friedr.,* Verwalter	Lyss (Bn)	1915
537. *Koch Hans,* Trübnerstr. 1	Strasbourg (Als)	1917
538. *Köchlin René,* ingénieur, 2, avenue de Modenheim	Mulhouse (Hte Rhin)	1909
539. *Koenig Werner,* Ingenieur, Pfarrhaus	Utzenstorf (Bn)	1921
540. *Kohler Ernst,* Verbandssekretär, Hirschengraben 20	Zürich 1	1917
541. *Kohler Hans,* Jngenieur, c/o Am. Tel. & Telegr. Co, Broadway 195, room 1612	New-York City	1924
542. *Koller Jos,* ingénieur, chemin de l'Elysée, Villa Mersidor	Lausanne	1928
543. *Kölliker A.,* Betriebsingenieur der Papierfabrik Biberist	Biberist (Sol)	1893
544. *Kölliker G. Th.,* Ingenieur, Keltenstr. 32	Zürich 7	1899
545. *Kölliker Hans,* Elektrotechniker, Bergstr. 234 c	Herisau	1925
546. *König E.,* Dr., Dir. des Eidg. Amtes für Mass u. Gewicht	Bern	1906
547. *Kopeliowitsch J.,* Dr., Ingenieur, Martinsbergstr. 20	Baden (Arg)	1924
548. *Köstler W.,* Dr., Professor für Physik am kant. Technikum	Burgdorf	1922
549. *Koula V.,* Ing., Oberdirektor der Elektrizitäts A.-G., vorm. Kolben & Cie.	Vysocan-Prag (Tschechoslov.)	1922
550. *Krafft Maurice,* ing.-électricien, 9, av. Gaspard Vallette	Genève	1922
551. *Kraft Adolf,* Ingenieur	Siebnen (Schw)	1920
552. *Krähenbühl Hans Arthur,* Ingenieur, Haldenstr. 35	Luzern	1898
553. *Krauer Otto,* Ingenieur	Rothrist (Arg)	1927
554. *Krell Heinrich,* Elektroingenieur, Hirschmattstr. 46	Luzern	1927
555. *Kriesi Fritz,* Ingenieur, Aeussere Schaffhauserstr. 3	Winterthur	1925
556. *Kristen J.,* Ingenieur, Zürichstr. 20	Oerlikon	1921
557. *Kroupa Jakob,* Dr., Bahnrat der österr. Bundesbahnen, Teinfaltstr. 9	Wien I	1928
558. *Krumenacher H.,* électricien, 36, avenue H. Bordier	Genève	1918
559. *Krüsi Enrico,* électrotechnicien, c/o Ofelti	Bodio (Tn)	1928
560. *Kübler Johann,* Ingenieur, Schlossbergweg	Baden (Arg)	1917
561. *Kuchar Richard,* Ingenieur, Karlikplatz 9/I	Hohenstadt (Tschechoslov.)	1928
562. *Kuentzel Karl,* Ingenieur, Zugerbergstrasse (Blumenhof)	Zug	1926
563. *Kuenzle August,* Ingenieur, Berglistr. 84	Arbon (Thg.)	1922
564. *Kuenzler A.,* Ingenieur, Bleichmattstr. 1662	Aarau	1911

			Eintrittsjahr Année d'admission
565.	*Kugler Carl,* Elektrotechniker, Transitpostfach 115	Bern	1926
566.	*Kuhlmann K.,* Prof. Dr., Ingenieur, Breitestr. 11	Wallisellen	1913
567.	*Kuhn Hch.,* Direktor, Vadianstr. 13	St. Gallen	1921
568.	*Kuhn Heinrich,* Ingenieur, bei Frau Sträuli, Jakobsbrunnen, Schwalmenackerstr. 4	Winterthur	1925
569.	*Kuhn Joh. Paul,* Ingenieur, Postfach 16009	Baden (Arg)	1909
570.	*Kull Hermann,* Elektrotechn. der S. B. B., Schöngrund 36	Olten	1922
571.	*Kummer Walter,* Prof. Dr., Ing.-Konsulent, Mythenstr. 15	Zürich 2	1908
572.	*Kummler H.,* i. Fa. A.-G. Kummler & Matter	Aarau (Arg)	1893
573.	*Kunz V.,* directeur technique de l'Appareillage Gardy S.A., case Jonction	Genève	1921
574.	*Künzli Emil,* Elektrotechniker, Meinradstr. 7	Zürich 6	1928
575.	*Künzli Walter,* Elektrotechniker, Geschäftsführer c/o Installationswerke A.-G.	Winterthur	1927
576.	*Kuoni Otto,* Ing., Direktor der Lichtwerke und Wasserverversorgung	Chur (Gr.)	1902
577.	*Kupper Charles,* Ingenieur, Hertensteinstr. 308	Ennetbaden (Arg)	1925
578.	*Kuster Jos.,* Elektrotechniker, Villa Erika	Engelberg	1927
579.	*Kuzmicki M.,* directeur de l'Union des Usines d'Electricité Polonaises, 8, rue Kopernika	Varsovie (Pol.)	1927.
580.	*Laible Theodor,* Ingenieur, Zeltweg 87	Zürich 7	1928
581.	*Lamm Fredrik H.,* Professor, Avenyen 28	Göteborg (Schweden)	1926
582.	*Landolt Max,* Ingenieur, Professor, Langgasse 126	Winterthur	1922
583.	*Landry J.,* Prof., ingénieur-conseil, 29, avenue de la gare	Lausanne (Vd)	1903
584.	*Lang H.,* Ingenieur, Beatusstr. 22	Bern	1918
585.	*Lang Paul,* ing., directeur de l'Ecole électrotechnique du Technicum	Le Locle (Nch)	1913
586.	*Lange Arthur,* Ingenieur, Direktor der A. G. Elektrische Beleuchtung der Stadt	Kaunas (Kowno) Litauen	1924
587.	*Langer Wilh.,* Dr., Ingenieur, Beethovenstr. 15	Jena (Deutschl)	1925
588.	*Largiadèr F.,* Ing., Generalsekretär des S. E. V. u. V. S. E., Hirschengraben 60	Zürich 1	1893
589.	*Lattmann Walter,* Ingenieur, Lettenstr. 27	Zürich 6	1924
590.	*Lechien R.,* directeur général de la Cie. Auxiliaire d'Electricité S.A., 8, rue de la Presse	Bruxelles	1927
591.	*Lechleitner Paul,* Elektrotechniker	Klosters-Platz (Grb)	1923
592.	*Le Coultre Elia,* ingénieur, 73, rue de la Servette	Genève	1913
593.	*Le Coultre Ernest,* ingénieur, 11, rue Alexandre Pilleaud	Ivry-Port (Seine)	1901
594.	*Leder O.,* chef de réseau E. E. F.	Vaulruz (Frib)	1926
595.	*Leder W.,* Ingenieur, Direktor der Birsigtalbahn	Basel	1900
596.	*Leemann Willy,* Elektro-Ingenieur	Langnau i. E.	1921
597.	*Lemaître G. F.,* ingénieur-conseil, directeur de la Banque Générale pour l'Industrie Electrique, 12, rue Duday	Genève	1922
598.	*Lenoir Georges,* ingénieur, c.o. Lombard, Odier & Cie., 20, Cité	Genève	1921
599.	*Lequerler Gustave,* ing. E.S.E., 130, rue de Eocqueville	Paris	1923
600.	*Letsch W.,* Betriebsdirektor der S.N.B./Oe.B.B.	Balsthal (Sol)	1928
601.	*Leuch Hans,* Elektroingenieur, Stockerstr. 29	Zürich 2	1921
602.	*Leutenegger Fr.,* Elektrotechniker, alte Beckenhofstr. 56	Zürich 6	1923
603.	*Liechty Roman,* Ingenieur, Freiestrasse	Amriswil	1927
604.	*Lienhard H.,* Elektrotechniker, Sonnenstr. 35	Bözingen (Bn)	1917
605.	*Lienhard Paul,* Ingenieur, Lärchenstr. 10	Schaffhausen	1920
606.	*Lindegger Otto,* Ingenieur, Scheuchzerstr. 84,	Zürich 6	1905
607.	*List Vladimir,* ing., prof. à l'Ecole polytechnique Tchèque	Brünn (Tschechoslov.)	1920
608.	*Loacker Albert,* Elektrotechniker	Bregenz (Vorarlberg)	1924
609.	*Locher Oskar,* Ingenieur, Nordstrasse 375	Zürich 6	1927

No.	Name	Ort	Eintrittsjahr Année d'admission
610.	*Loeliger Walter,* Elektrotechniker, Viale Umbria 17 . .	Milano 134	1923
611.	*Loepfe Willy,* Ingenieur, b. Bienz, Vogelsangstr. 27 . .	Zürich 6	1927
612.	*Lonati Giuseppe,* Ingenieur, Via Montarina 12 . . .	Lugano	1927
613.	*Loppé F.,* ing. des arts et manufact., 240, r. de Vaugirard	Paris (France)	1907
614.	*Lorenz G.,* Ing., Direktor der Rhät. Werke für Elektrizität und der A.-G. Bündner Kraftwerke	Thusis (Grb)	1922
615.	*Lorenz J.,* Ing., Direktor der Licht- und Wasserwerke	Interlaken (Bn)	1907
616.	*Luchsinger Waldemar,* Ingenieur, Lägernstr. 10 . . .	Baden (Arg)	1928
617.	*Luder P.,* Ingenieur, Leonhardstr. 26	Basel	1929
618.	*Lüdin E.,* Dr., Prof. an der Industrieschule, Stolzestr. 14	Zürich 6	1921
619.	*Luginbühl Fr.,* Chef des Telegr.-Bureau, Hügelstr. 28 .	Zürich 2	1905
620.	*Lüscher R.,* Ingenieur	Bischofzell (Thg)	1924
621.	*Lussy A.,* Agentur und Kommission, Freiestr. 217 . .	Zürich 7	1918
*622.	*Lüthi Hans,* Elektrotechniker, Wytikonerstr. 32 . . .	Zürich 7	1919
623.	*Lüthi Walter,* Ingenieur, Lägernstr. 162	Ennetbaden (Arg)	1920
624.	*Lutz Carlo,* ingegnere, Via Vico 2	Torino 110 (Italia)	1903
625.	*Lutz Hans,* Elektroingenieur, Albanistr. 16	Winterthur	1927
626.	*Mädler Herbert,* Elektrotechniker, Ingen.-Dept. 233, Bell Telephone Cie. S. A., 18, rue Boudewyns . . .	Anvers (Belgique)	1924
627.	*Marchand Robert,* ingénieur, 220, route d'Heyrieux . .	Lyon (France)	1925
628.	*Markt Gustav,* Dr. ing., c/o Oesterr. Siemens-Schuckert-Werke, Engerthstr. 150	Wien XX/2	1926
629.	*van Marlen H. H.,* ingénieur, Dolok Ilir Est	Dolok Merangir, Sumatra (N. O. I.)	1925
630.	*Marmy Ch.,* ingénieur, directeur de Prométhée S. A., Cortaillod-Liestal, Evole No. 11	Neuchâtel	1912
631.	*Marolf W.,* Elektrotechniker, Mellingerstr. 30	Baden (Arg)	1920
632.	*Martenet Louis,* ing., chef du Service de l'Electricité de la ville de Neuchâtel et de l'Electricité Neuchâteloise S. A.	Neuchâtel	1897
633.	*Martenet Robert,* Ingenieur, Schlossbergweg 6 . . .	Baden (Arg)	1926
634.	*Marti Arthur,* Ingenieur, A.-G. für elektrische Anlagen	Grenchen (Sol)	1926
635.	*Marti Hans,* Elektrotechniker, Albertstr. 10	Zürich 5	1924
636.	*Marti-Ziegler F.,* Dir. der A.-G. Elektrizitätswerke Wynau	Langenthal (Bn)	1907
637.	*Marty Hans,* Ingenieur, Optingenstr. 44	Bern	1927
638.	*Masshard Hans,* Ingenieur, 3507—90. Street, Yackson Heights L. J.	New-York City	1921
639.	*Mathys Ernst,* Ingenieur, Weite Gasse 30	Baden (Arg)	1928
640.	*Matter E.,* i. Fa. A.-G. Kummler & Matter	Aarau	1906
641.	*Mattey-Doret A.,* ingénieur, Mäderstr. 19	Baden (Arg)	1928
642.	*Mayoral Diego,* ingénieur, Victor Hugo 171	Barcelona (Spanien)	1927
643.	*Mazen N.,* ing., Directeur Honoraire des chemins de fer de l'Etat, Le Logis du Roc	La Roche s/Yon (Vendée, France)	1908
644.	*Meidinger G.,* Ingenieur der Firma G. Meidinger & Cie.	Basel	1894
645.	*Meier E.,* Ingenieur, Pension Giger	Davos-Platz (Grb)	1926
646.	*Meier Hermann,* Ingenieur, Nordstr. 63	Höngg (Zch)	1922
647.	*Meister Th.,* Elektrotechniker, Klausstr. 11	Zürich 8	1907
648.	*Melera Pietro,* elettrotechnico	Bellinzona (Tn)	1917
649.	*Mellier E.,* ingénieur, 28, rue Plantamour	Genève	1917
650.	*Messmer Alfr.,* Elektrotechniker, c/o Elektrizitätswerk der Stadt Bern	Bern	1928
651.	*Metzler Ernst,* Ingenieur	Wohlen (Arg)	1921
652.	*Meuly M.,* Ing., Inspektor beim Starkstrominspektorat des S. E. V, Rotbuchstr. 64	Zürich 6	1905
653.	*Meyer Edm.,* Ing., Adjunkt d. Elektrizitätswerkes d. Stadt	Schaffhausen	1928
654.	*Meyer E. O.,* Directeur de l'Electricité de Strasbourg .	Strasbourg (Alsace)	1922

			Eintrittsjahr Année d'admission
655.	*Meyer Guido*, Strassenbahndirektor	Oerlikon (Zch)	1921
656.	*Meyer Hans*, Ingenieur der Maschinenfabrik Oerlikon	Oerlikon (Zch)	1907
657.	*Meyer Hans*, Ingenieur, bei Fam. Schiff, Ahrweilerstr. 6, Marienburg	Köln a. Rh. (Deutschl.)	1924
658.	*Meyer Hans*, Elektrotechniker, Salstr. 24	Winterthur	1928
659.	*Meyer Paul*, Dr., Lynarstr. 5/6	Berlin N 39	1905
660.	*Meyer S.*, Elektro-Ingenieur, Pilatusstr. 74	Luzern	1900
661.	*Meyer Walter*, Ingenieur, Dufourstr. 52	Zollikon	1925
662.	*Meyer Werner*, Ingenieur, Schanzengraben 29	Zürich 2	1926
663.	*Meyer-Berg*, Ingenieur, Rütistr. 12	Baden (Arg)	1922
664.	*Meyer-von Bergen*, Elektrotechnische Unternehmungen Thunstr. 17	Bern	1927
665.	*Meyfarth G. L.*, ing., directeur de la S. A. des Ateliers de Sécheron	Genève	1919
666.	*Meystre Paul*, ingénieur, Directeur du Service électrique Le Chenit-Le Lieu	Le Sentier (Vd)	1928
667.	*Michaelis Pierre*, Ingenieur, Zürcherstr. 147	Oerlikon	1928
668.	*Misslin M. P.*, Ingenieur, Arterstr. 26	Zürich 7	1906
669.	*Moeschberger Federico*, ingénieur, c. o. Sociedad Española Oerlikon, Las Huertas 11	Madrid	1921
670.	*Moll A.*, Ingenieur, Direktor des E. W. Olten-Aarburg	Olten	1925
671.	*Moll Ernst*, Dr. jur., Fürsp., Dir. der Bern. Kraftw. A.-G.	Bern	1912
672.	*Mollet Gustave*, ingénieur, 1, Boulevard du Temple	Paris (France)	1914
673.	*Montandon Ch.*, Ingenieur, Dornacherstr. 27	Basel	1920
674.	*de Montmollin André*, chef du Service de l'Electricité de la ville de Lausanne	Lausanne (Vd)	1897
675.	*von Moos F. A.*, Ingenieur, Reussteg 3	Luzern	1917
676.	*Morel Charles*, ingénieur, Winkelriedstr. 1	Zürich 6	1927
677.	*Morger Otto*, Ingenieur, Brown-Boveristr 11	Baden (Arg)	1921
678.	*Moser Aug.*, Elektro-techn. Installationsgeschäft	Chur (Grb)	1924
679.	*Moser Ernst*, Ingenieur, Pfeffingerstr. 61	Basel	1907
680.	*Moser Samuel*, Ingenieur, c/o A. E. G., Elektrizitätswerk	Borken b. Cassel (Hessen-Nassau)	1928
681.	*Mosser A.*, Ingenieur, Löwenstr. 1	Zürich 1	1924
682.	*Motschi Joseph*, Bank für elektr. Unternehmungen	Zürich 1	1917
683.	*Mountain Reginald William*, Ingenieur, c/o Kennedy & Donkin, 8, Broadway	London S. W. 1	1925
684.	*Mueck O.*, ingénieur, 38, Glazbury Road, Kensington	London W 14	1924
685.	*Muggli E.*, Direktor der S. A. K., Dierauerstr. 17	St. Gallen	1919
686.	*Müller E. K.*, Ing., Direktor des Inst. „Salus", Mythenstr. 3	Zürich 2	1891
687.	*Müller E. K.*, ing., 4, avenue Ruchonnet	Lausanne	1927
688.	*Müller Emile*, ingénieur, 71, avenue des Pérolles	Fribourg	1919
689.	*Müller Fridolin*, ingénieur, Pavillon des Lauriers	Pongues-les-Eaux Nievre (France	1924
690.	*Müller Friedr.*, Elektrotechniker, Elektra Birseck	Arlesheim (Bld)	1920
691.	*Müller Fritz*, électrotechnicien, chez Mons. Boetsch, 5, rue Wissembourg	Belfort (France)	1923
692.	*Müller Jakob*, Ingenieur, Silosi-Poduene	Sofia (Bulgarien)	1924
693.	*Müller Th.*, Stellvertr. d. Oberingenieurs S. B. B., Brückfeld	Bern	1922
694.	*Müller Wilhelm*, Ingenieur, Wibichstr. 16	Zürich 6	1921
695.	*von Muralt Max*, Ingenieur, Pestalozzistr. 34	Zürich 7	1928
696.	*Muri A.*, Chef der techn. Abtlg. der Obertelegraphendirektion	Bern	1926
697.	*Mützel K.*, Elektrotechniker, Weinbergstr. 99	Zürich 6	1922
698.	*Naegeli Ernst J.*, Ingenieur, Habsburgstr. 7a	Bern	1926
699.	*Naegeli F.*, Ingenieur, c/o Licht A.-G.	Goldau (Schw)	1917
700.	*Naegeli H.*, Elektroinstallateur, Höschgasse 77	Zürich 8	1907

			Eintrittsjahr Année d'admission
701.	*Naether Ernst*, Elektrische Apparate, Bürenstr. 338	Solothurn	1917
702.	*Nänny Hans*, Ingenieur, Löwenstr. 19	Zürich 1	1922
703.	*Nater Julius*, Elektrotechniker, Wasserwerkstr. 112	Zürich 6	1922
704.	*Natesa P.* Jyer, Assistant-Engineer, Hydro-Electric Dept. Chepank	Madras (South-India)	1926
705.	*Nauclér Reinhold*, Ing., Svenska Teknologföreningen	Stockholm 16	1924
706.	*Naville H. A.*, Ingenieur, Delegierter des Verwaltungsrates der A.-G. Brown, Boveri & Co.	Baden (Arg)	1922
707.	*Nebel John*, Ingenieur	Niederschöntal (Bld)	1897
708.	*Neeser René*, ing.-conseil et professeur, 109, route de Lyon	Genève	1908
709.	*Neher Jules*, ingénieur, Acacias	Genève	1904
710.	*Neher Oscar*	Sargans (St G)	1900
711.	*Neitzsch Hugo*, Elektrotechniker, Rheinstr. 28	Schaffhausen	1922
712.	*Nemec Ladislav*, Ing., c/o Elektrotechnicky Svaz Ceskoslavensky, Cihelna 2	Praha III (Tschechoslov.)	1927
713.	*Neuenschwander A.*, Elektrotechniker, obere Bahnhofstr. 9	Baden (Arg)	1926
714.	*Neuhaus Werner*, Ingenieur, Waldgarten 368	Schwamendingen (Zch)	1924
715.	*Nicole G.*, ing., dir. de la Cie. vaud. des forces motrices des lacs de Joux et de l'Orbe, 1, chemin de Mornex	Lausanne (Vd)	1908
716.	*Nideröst Alois*, Ingenieur, Burghaldenstr. 3	Baden (Arg)	1917
717.	*Nieder Gregorio*, Prof., directeur de la Escuela de Electrotecnica de la Universidad	Tucuman (Argent.)	1928
718.	*Niesz Henri*, Vizedirektor, Hertensteinstr. 231	Ennetbaden (Arg)	1917
719.	*Niethammer F.*, Dr., Professor an der deutschen Techn. Hochschule, Elektrotechn. Institut, Husgasse 5	Prag (Tschechoslov)	1904
720.	*Niggeler Walter*, Ingenieur, c/o A.-G Brown, Boveri & Co.	Baden (Arg)	1922
721.	*Nissen P.*, Oberingenieur des Starkstrominspektorates des S. E. V., Münchhaldenstr. 15	Zürich 8	1902
722.	*Nizzola A.*, Dr. ing. h. c., Präsident des Verw.-Rates der Motor-Columbus A.-G.	Baden (Arg)	1893
723.	*Nold Leonh.*, Elektrotechniker	Zuoz (Grb)	1924
724.	*Nuesch J.*, ingénieur, c/o E. W. Lonza A.-G.	Visp (Val)	1921
725.	*Nürnberg Zacharias*, ingénieur, Balcare 184	Buenos-Aires (Argent.)	1928
726.	*Nussbaumer Max*, Ingenieur, Hennebühl 2	Zug	1926
727.	*Oberholzer Fritz*, ingénieur, 31, rue des Envers	Le Locle (Nch)	1917
728.	*Oberli Hans*, Elektrotechniker	Zollbrück (Bn)	1922
729.	*Ochsé Wilh.*, Dr., Bruggerstr. 20	Baden (Arg)	1907
730.	*Odier Jean*, ingénieur, Villa „Les Peupliers", Bd. Pierpont-Morgan	Aix-les-Bains (Savoie)	1920
731.	*Odier Max*, Ingenieur, zum „Schwert"	Baden (Arg)	1906
732.	*Oechslin Karl*, Ingenieur, Ringstr. 62	Oerlikon	1917
733.	*Oeler Karl*, Ingenieur, Bergstr. 44	Zürich 7	1927
734.	*Oetiker Otto*, Ingenieur, Adjunkt des Bauinspektors des Elektrizitätswerkes Basel, Thiersteinerallee 72	Basel	1925
735.	*Oetliker W.*, Betriebsadjunkt der C. K. W.	Kriens (Luz)	1919
736.	*Offermann Erich*, Ingenieur, Blümlisalpstr. 74	Zürich 6	1917
737.	*Oggenfuss O.*, Elektrotechniker, Clausiusstr. 66	Zürich 6	1918
738.	*Pagan Laurent*, ingénieur, 8, rue de la Croix d'or	Genève	1927
739.	*Pagani Auguste*, ing.-électricien, Cortes 632	Barcelone	1928
740.	*Panzarasa Alessandro*, ingegnere, Foro Bonaparte 42	Milano (Italia)	1911
741.	*Parel René*, ingénieur, Schartenstr. 7	Baden (Arg)	1928
742.	*Patel D. B.*, ingénieur, c/o C. E. Society	Anand (via Bombey-Indien)	1926
743.	*Pateris Atilio*, Impianti elettrici	Faido (Tn)	1928
744.	*Pauli A.*, Ingenieur, Inspektor beim Starkstrominspektorat des S.E.V., Seefeldstr. 301	Zürich 8	1922

			Eintrittsjahr Année d'admission
745.	*Payot E.*, Direktor d. Schweiz. Gesellsch. f. elektr. Industrie	Basel	1908
746.	*Payot H.*, directeur tech. de la Soc. Romande d'Electricité	Territet (Vd)	1900
747.	*Perret Henri*, Dr., Technicum du Locle	Le Locle (Nch)	1918
748.	*Perrin C. H.*, ing., adm.-dir. de la Cie. d'Entreprises hydrauliques et de Travaux publics, 25, rue de Courcelles	Paris 8e (France)	1904
749.	*Perrochet Paul*, ing., directeur de la Banque Suisse des Chemins de fer, Malzgasse 32	Basel	1908
750.	*de Perrot S.*, ingénieur-civil	Neuchâtel	1893
751.	*Persson Yngve P. H.*, Civilingenieur, Vorstand des Elektrizitätswerkes der Stadt	Kristinehamn (Schwed.)	1928
752.	*Pervangher P.*, Betriebsleiter	Bodio (Tn)	1907
753.	*Peter Emil*, Elektrotechniker, Zürcherstr. 132	Wettingen (Arg)	1917
754.	*Peter Ernst*, Elektroingenieur, Sophienstr. 12	Zürich 7	1928
755.	*Peter J.*, Ing., Direktor des Elektrizitätswerkes Lonza A.-G., Walliser Kraftwerke	Brig (Val)	1916
756.	*Peyer-Rudin A.*, Ingenieur, Realpstr. 67	Basel	1910
757.	*Pfenninger Emil*, Ingenieur, Rotbuchstr. 6	Zürich 6	1928
758.	*Pfiffner E.*, Ingenieur	Hirschtal (Arg)	1912
759.	*Pfister Arnold*, ingénieur	Passaic N. J. (U.S.A.)	1922
760.	*Pfister Carl*, alt Direktor der Städtischen Werke	Baden (Arg)	1919
761.	*Pfister Erwin*, Elektrotechniker, Heslibachstr. 45	Küsnacht (Zch)	1925
762.	*Pfister H.*, Kreischef der E. K. Z.	Kempten-Wetzikon (Zch)	1917
763.	*Pfister Jakob*, Elektrotechniker, Zürichstr. 73	Luzern	1922
764.	*Pfister W.*, Direktor der Gesellschaft des Aare- u. Emmenkanals A.-G., Haffnerstr. 395	Solothurn	1917
765.	*Pfleghaar L. A.*, Ing., Dir. der „Elin" A.-G., Herreng. 13/II	Graz (Oesterr.)	1916
766.	*Philipin Max*, Ing., Soc. Española Oerlikon, Huertas 11	Madrid (Esp)	1922
767.	*Piaget Arthur*, ingénieur, 8, Boulevard de Grancy	Lausanne	1917
768.	*Piguet Robert*, ingénieur, chef du Contrôle cantonal des installations électriques	Lausanne (Vd)	1911
769.	*Piller Louis*, ingênieur, Villa Montbenon 2	Lausanne	1926
770.	*Pillonel Aug.*, ingénieur, Grotte 10	Lausanne	1917
771.	*Pirrung Adolf*, Ingenieur, Direktor des Bezirksverbandes der Oberschwäbischen Elektrizitätswerke	Biberach a. Riss (Deutschland)	1927
772.	*Pittet C.*, ingénieur, Parkstr. 3	Baden (Arg)	1928
773.	*Planner Rich.*, Ingenieur, Techn. Bureau, Reiserfeldstr. 15	Graz (Oesterreich)	1924
774.	*Porret Max*, ingénieur, rue Beau Séjour	Lausanne	1928
775.	*Porret Samuel*, ingénieur	Frésens (Nch)	1928
776.	*Posch Willi*, Elektrotechniker, Untergütschstr. 3	Luzern	1919
777.	*Post Georges*, Elektrotechniker, Freiestr. 5	Wettingen (Arg)	1923
778.	*Prantl Franz*, Elektrotechniker, Seminarstr. 64	Wettingen (Arg)	1921
779.	*Pronier Jean*, ingénieur, 23, route de Malagnou	Genève	1919
780.	*Puppikofer H.*, Ingenieur, Ulmenstr. 11	Oerlikon (Zch)	1923
781.	*Purtschert M.*, Ingenieur, c/o Kantonsschule	Luzern	1927
782.	*de Raemy Henry*, ingénieur, 71, Cours Eugenie	Lyon (France)	1916
783.	*Ragg Fritz*, électricien, 161, Warrenstreet	Paterson N.Y. (U.S.A.)	1923
784.	*Rebsamen W.*, Ingenieur, Allschwilerstr. 87	Basel	1926
785.	*Regard Francis*, Ingenieur, Brunnmattstr. 7	Baden (Arg)	1908
786.	*Regenass Ad.*, Ing., Direktor, Herzoggut	Aarau	1921
787.	*Reger Rudolf*, Ingenieur, Ziegelrain 957	Brugg (Arg)	1925
788.	*Regli Edmond*, Ingenieur, c/o Standard Waygood Ltd.	Clyde-Sydney (N. S. W.) (Australia)	1928
789.	*Rehsteiner Hans*, Ingenieur, Sägerei	Speicher (App)	1924
790.	*Reist Gottfr.*, Dir. d. Elektrizitätswerkes Grindelwald A.-G.	Grindelwald (Bn)	1900
791.	*Reist Werner*, Ingenieur, Post Office Box 199	Bombay (Indien)	1923
792.	*Remané H.*, Ingenieur, Leiter der Osramlampenfabrik	Veltheim (Zch)	1910

		Eintrittsj. Année d'admissi
793. *Rémy X.*, ing., dir. d. Chemins de fer électr. de la Gruyère	Bulle (Frb)	191
794. *Renaud Léon-Henri*, ingénieur, 25, Boulvd. Georges Favon	Genève	192
795. *Renevey E.*, technicien	Yverdon (Vd)	1925
796. *Respinger Emil*, Ingenieur, Aeschengraben 10 . . .	Basel	1899
797. *de Reyff F.*, ing., chef d'exploitation des Entreprises électriques fribourgeoises	Fribourg	1917
798. *Rickard Charles*, ingénieur, Rabbentalstr. 35	Bern	1928
799. *Rieder C.*, Ingenieur	Malans (Grb)	1928
800. *Riegger R.*, ingénieur, 3, rue du Quai	Montreux	1893
801. *Rieser J.*, Ing., Dir. des Elektrizitätswerkes Frauenfeld .	Frauenfeld	1913
802. *Riggenbach Max*, Ingenieur, Martinsbergstr. 21. . .	Baden (Arg)	1924
803. *Ringger Walter*, Ingenieur, Ackerstr. 2	Oerlikon	1928
804. *Ringwald Fritz*, Direktor der Centralschweiz. Kraftwerke	Luzern	1899
805. *Risch Rudolf*, Ingenieur, Eidmattstr. 29	Zürich 7	1927
806. *Ritter A.*, Ingenieur und Patentanwalt, Birsigstr. 2 . .	Basel	1891
807. *Ritter Aug.*, Kreispostadjunkt, Freyastr. 19	Zürich 4	1905
808. *Ritter R. B.*, ingénieur, 8, rue Beudant	Paris (France)	1897
809. *Ritzmann August*, Elektrotechniker, Friedheimstr. 32 . .	Oerlikon	1927
810. *Rochat Ch.*, directeur générale honoraire de la C. G. T. E., 2, chemin de Roches	Genève	1896
811. *Rochat Victor*, ingénieur, 5, rue de la Prairie . . .	Genève	1928
812. *Roche Antony*, ingénieur, C. G. T. E., Chêne-Bougeries .	Genève	1901
813. *Rochedieu Ed.*, dir. d. Services industr. de la ville d. Locle	Le Locle (Nch)	1894
814. *Rod E.*, 4, chemin de Brillancourt	Lausanne (Vd)	1918
815. *Rodemeyer Paul*, Elektrotechniker, c/o Hr. Ing. Landis, Stauffacherstr. 54	Zürich 4	1925
816. *Roesgen Marcel*, ingénieur-électricien, Service de l'Electricité de la ville de Genève	Genève	1925
817. *Roesli Carl*, Ingenieur, Mittelstr. 14	Zürich 8	1925
818. *Rohr Fr.*, ing., dir. d. l. Soc. Española Oerlikon, Principe 30	Madrid (Esp)	1904
819. *Rohrer Engelbert*, Ingenieur der Oesterreich. Siemens-Schuckert-Werke, Engerthstr. 150	Wien XX	1924
820. *Römer Raoul*, Ingenieur, Juravorstadt 44	Biel	1922
821. *Rometsch Em.*, Elektrotechniker, Batterieweg 148 . .	Basel	1920
822. *Roos Hermann*, Elektrotechniker	Urnäsch (App)	1926
823. *Rosenthaler Arthur*, Ingenieur, Elektrizitätswerk Basel	Basel	1922
824. *Rösli E.*, Elektrotechniker, Thiersteinerrain 136 . . .	Basel	1917
825. *Roth Arnold*, Dr. ing., directeur technique des Ateliers de Constructions électriques de Delle, rue Bellevue .	Bron/Lyon (Dép. Rhône)	1918
826. *Roth Hans*, beratender Ingenieur, Aebistr. 7	Bern	1925
827. *Roth Robert*, Ingenieur, Zelglistr. 67	Aarau	1894
828. *Roth Robert*, bei Familie Roth-Walter	Wangen a. d. Aare	1903
829. *Rothenburger H.*, Ingenieur, Baerschwilerstr. 26 . . .	Basel	1927
830. *Röthlin Siegfried*, Ingenieur	Holenbrunn (Oberfranken)	1925
831. *Roulet Louis*, professeur électr., Ecole de Mécanique .	Neuchâtel	1920
832. *Ruedin Louis*, Ingenieur, Nordstr. 129	Zürich 6	1902
833. *Ruegg A.*, Ingenieur, Hotel Sonne	Baden (Arg)	1928
834. *Ruegg Gottfr. Fredy*, Ingenieur, Hadlaubstr. 67 . .	Zürich 6	1926
835. *Rüegg G.*, Elektrotechniker, Hertensteinstrasse . . .	Ennetbaden (Arg)	1917
836. *Ruetschi Hans*, Elektrotechniker, Horwerstr. 21 . . .	Luzern	1905
837. *Ruf Erwin*, Ingenieur, Delsbergerallee 40	Basel	1923
838. *Rump Sigurd*, Ingenieur, Beethovenstr. 49	Zürich 2	1922
839. *Rumpf Fritz*, elektr. Vertretungen, Effingerstr. 2 . . .	Bern	1902
840. *Rupp H.*, Prof., Dr., A.-G. Brown, Boveri & Cie. . .	Baden (Arg)	1902

			Eintrittsjahr Année d'admission
841.	*Russ E. Fr.*, Oberingenieur, Direktor der „Industrie" Elektroofen G. m. b H., Kaiser-Friedrich-Ufer 37	Köln a. Rhein	1928
842.	*Rutgers F.*, Engineer, Professor at the Royal School of Engineering	Giza near Kairo (Egypte)	1924
843.	*Rutishauser Adolf*, Ingenieur, Turnerstr. 2	Winterthur	1926
844.	*Rutishauser O.*, Ing., Starkstrominspektorat, Seefeldstr. 301	Zürich 8	1918
845.	*Rütsch Jakob*, Ingenieur, Bühlweg	Nänikon (Zch)	1917
846.	*Rütschi Ernst*, Vertretungen der Elektrizitätsbranche, Ausstellungsstr. 100	Zürich 5	1919
847.	*Rynski V.*, ingénieur, directeur des Entreprises Electriques fribourgeoises	Fribourg	1925
848.	*Sachs Karl*, Dr. ing., A.-G. Brown, Boveri & Cie.	Baden (Arg)	1919
849.	*Sahli Alberto*, ingeniero, Balmes 156	Barcelona	1920
850.	*Sahli Arthur*, Ingenieur, Casilla Correo 1416	Buenos-Aires	1917
851.	*Said Hussein*, ingénieur, Sharia Shagaret el Don	Zamalek-Cairo (Egypte)	1928
852.	*Sailly P.*, directeur, 64, rue Franklin	Jvry-Port (Dép. Seine France)	1923
853.	*Salchli R.*, Ingenieur, Bahnhofstr. 64	Aarau (Arg)	1909
854.	*Sandmeier Walter*, Ingenieur, Neuwiesenstr. 97	Winterthur	1925
855.	*Sandmeier W.*, Installationschef des Elektrizitätswerkes Winterthur, St. Georgenstr. 39	Winterthur	1918
856.	*Santschy J. L.*, électrotechnicien, 31, rue A. M. Piaget	Le Locle	1920
857.	*Sauter Alfr.*, Elektroingenieur, Badstr. 34	Ennetbaden (Arg)	1928
858.	*Sauter Fr.*, Fabrik elektr. Apparate, Schorenweg	Basel	1913
859.	*Schaetz Adrien*, Ingenieur, Generalsekretär d. Verbandes Schweiz. Transportanstalten, Engestr. 15	Bern	1907
860.	*Schäfer Karl*, Ingenieur, Bindergasse 10	Wien IX/4.	1928
861.	*Schait Huldreich*, Dr. ing., Kreuzstr. 78	Zürich 7	1922
862.	*Schalch Hch.*, Betriebsleiter der B. K. W.	Wangen a. A. (Bn)	1917
863.	*Schälchlin Walter*, engineer control el., Dep. Westinghouse, El. & Mfg. Co.	Pittsburg Pa. (U.S.A.)	1924
864.	*Schärer Hans*, Obermonteur der E. K. Z.	Altstetten (Zch)	1928
865.	*Schaub Franz*, Ingenieur, Winkelriedstr. 12	Wettingen (Arg)	1926
866.	*Schaufelberger W.*, Dr., Physiker, Rietlistr. 72	Zürich 6	1925
867.	*Schaufelberger Willy*, Ingenieur, Bionstr. 18	Zürich 6	1925
868.	*Schedler C.*, Assistent des E. W. Z., Gemsenstr. 3	Zürich 6	1925
869.	*Schefer Hans*, Betriebstechniker des E. W. Schwyz	Schwyz	1920
870.	*Scheidegger A.*, Vertreter der Westinghouse-Gesellschaft, Bundesgasse 24	Bern	1927
871.	*Schenk Hans*, Elektrotechniker, Erlenstr. 3	Schaffhausen	1927
872.	*Schenk Paul*, ing. de section des C. F. F., 1er arrond.	Lausanne (Vd)	1900
873.	*Schenkel H.*, ingénieur, p. Adr. Technicum de la Chaux-de-Fonds, Section de Mécanique, direction	La Chaux-de-Fonds	1917
874.	*Schenkel Hans*, Elektrotechniker, Frauenfelderstrasse 72	Oberwinterthur	1922
875.	*Scherz-Gattiker*, elektr. Vertretungen	Höngg (Zch)	1924
876.	*Scheuchzer Paul*, Ingenieur, Blumenrain 32	Basel	1923
877.	*Schibler Oscar*, ingénieur, Cervecvia Danzella	Caracas (Venezuela)	1922
878.	*Schierlin A.*, Ingenieur, Im Eisernen Zeit 21	Zürich 6	1907
879.	*Schiesser Max*, Direktor, Burghaldenstr. 7	Baden (Arg)	1917
880.	*Schildknecht Juan G.*, Ingenieur, Ursusstr. 6	Baden (Arg)	1926
881.	*Schindler C.*, Ingenieur	Pfäfers (St. G.)	1922
882.	*Schindler Hans*, Dr. phil., Bürglistr. 18	Zürich 2	1926
883.	*Schmid Jacques*, Ingenieur, Betriebsleiter der Kraftwerkgruppe Vernayaz-Barberine	Vernayaz (Val)	1928
884.	*Schmid Kurt*, Elektrotechniker, Lavaterstr. 77	Zürich 2	1928
885.	*Schmid-Mathey J.*, Vertrieb elektrotechnischer Artikel	Herrliberg (Zch)	1927

			Eintrittsjahr Année d'admission
886.	*Schmid Paul,* Ingenieur, Effingerstr. 59	Bern	1926
887.	*Schmid Walter,* Ingenieur, Postfach No. 2	Emmishofen (Thg)	1917
888.	*Schmidlin Rudolf,* Elektrotechniker	Sissach (Bld)	1919
889.	*Schmidt O.,* Dr., Dir. der Akkumulatorenfabrik Oerlikon	Oerlikon (Zch)	1897
890.	*Schmidt Rob.,* directeur de la Société l'Energie de l'Ouest Suisse, 18, avenue d'Ouchy	Lausanne (Vd)	1914
891.	*Schmitt Paul,* Ingenieur, c/o Siemens-Schuckert-Werke A.-G., Verwaltungsgebäude, Abtlg. A. K. A.	Berlin-Siemensstadt	1924
892.	*Schmitter Paul,* Ingenieur, Brunaustr. 63	Zürich 2	1927
893.	*Schmucki Otto,* Ingenieur der A.-G. Brown, Boveri & Co.	Münchenstein (Bld)	1914
894.	*Schmucki Walter,* Ingenieur, Rütistr. 6	Baden (Arg)	1926
895.	*Schmuziger F.,* Ing., Dir. d. Landis & Gyr A.-G., Unter-Leh	Zug	1917
896.	*Schneeberger P. E.,* Ing., c/o Kabelwerke Brugg A. G.	Brugg (Arg)	1923
897.	*Schneider Aug.,* Ingenieur, Stockernweg 8	Bern	1925
898.	*Schneider Hans,* Ingenieur, Gstühl 1	Baden (Arg)	1927
899.	*Schneider James,* Ingenieur, Brunnadernstr. 106	Bern	1919
900.	*Schneider P. H.,* Ing., Sektionschef der schweiz. Obertelegraphendirektion, Monbijoustr. 43	Bern	1892
901.	*Schneider R.,* Ingenieur, Professor der Techn. Hochschule	Darmstadt	1928
902.	*Schneider Werner,* Elektrotechniker, c/o Bernische Kraftwerke A.-G., Schlosstr. 15	Nidau (Bn)	1924
903.	*Schnetzler Adolf,* Ingenieur, Nordstr. 104	Zürich 6	1925
904.	*Schoedler Theodor,* électrotechnicien, Società Alluminio Veneto Anonima, casella postale 85	Porto Marghera (Venezia, Italia)	1928
905.	*Schönbächler Meinrad,* Elektrotechniker, Grendelstr. 19	Luzern	1922
906.	*Schönenberger Fritz,* Ingenieur, Prokurist der M. F. O.	Oerlikon (Zch)	1898
907.	*Schönenberger Max,* Ingenieur, Dolok-Ilir . . . P. C.	Dolok-Merangir (Sumatra O. K.)	1929
908.	*Schönholzer Ernst,* Elektrotechniker, Winterthurerstr. 107	Zürich 6	1922
909.	*Schöpflin Paul,* Elektrotechniker, c/o Landis & Gyr A.-G.	Zug	1922
910.	*Schorer Max,* Ingenieur, Venedigstr. 5	Zürich 2	1923
911.	*Schorno E.,* Ingenieur, Altenburg 38	Wettingen (Arg)	1928
912.	*Schörrli R,* Ingenieur c/o Maschinenfabrik Oerlikon	Oerlikon	1928
913.	*Schrag Hch.,* Elektrotechniker	Wädenswil (Zch)	1917
914	*Schrenzel Hans,* Ingenieur, Schüttelstr. 99	Wien II/1	1928
915.	*Schriever B. A.,* Ingenieur, Glockenhof	Zürich 1	1925
916.	*Schröder Ernst,* Ingenieur, Zürichstr. 79	Baden (Arg)	1921
917.	*Schröder Paul,* Ingenieur, Stuttgarterstr. 27/31	Feuerbach-Stuttgart (Württ.)	1912
918.	*Schubarth A.,* Vertreter der Heddernheimer Kupferwerk und Süddeutschen Kabelwerke A.-G., Frankfurt a./Main Gartenstr. 66	Basel	1907
919.	*Schuepp R. H.,* Elektrotechniker, P. Box 199	Bombay (British India)	1927
920.	*Schuh Heinrich,* Ingenieur, Villa Schuh	Interlaken (Bn)	1902
921.	*Schuler Hans Werner,* Elektroingenieur, Biderstr. 16	Zürich 6	1921
922.	*von Schulthess Fr.,* ingénieur, c/o British Brown, Boveri Ltd, Trafalgar House, Waterloo Place	London S. W.	1922
923.	*v. Schulthess G.,* Ingenieur, Talacker 35	Zürich 1	1923
924.	*von Schulthess-Rechberg Aug. G.,* Ing., Direktor der A.-G. Brown, Boveri & Cie.	Baden (Arg)	1922
925.	*Schumacher Ulr.,* ingeniero, Apartado 151	Gijon (Espagne)	1919
926.	*Schumann W. O.,* Prof. Dr. ing., Direktor des Elektro-Physik. Laboratoriums der Techn. Hochschule München	München	1925
927.	*Schurter Otto,* Ingenieur, Wehntalerstr. 54	Zürich 6	1928
928.	*Schutz,* Distributeur de la Westinghouse Electric International Co., 3, avenue Ruchonnet	Lausanne	1929
929.	*Schuurman J. J. Elink,* Direktor d. A.-G. Brown, Boveri & Cie.	Baden (Arg)	1928

		Eintrittsjahr Année d'admission
930. *Schwammberger-Perret Hans,* ingénieur, Villa le Verger	Monthey (Val)	1917
931. *Schwank E.,* Elektrotechniker, Dammstr. 8	Baden (Arg)	1907
932. *Schweizer F. W.,* Ingenieur, Bahnhofquai 15	Zürich 1	1923
933. *Schweizer Henri,* „zu den Birken"	Binningen (Bld)	1922
934. *Schwendimann Walter,* Elektrotechniker	Nassen (Toggenbg)	1923
935. *Schwyter-Kessler A.,* Werkmonteur der Elektrizitätsgenossenchaft Galgenen	Galgenen (Schw)	1926
936. *Seeberger Othmar,* Ingenieur, Rämistr. 7	Zürich 1	1929
937. *Seehaus Paul,* Ingenieur, Blumerhaus	Mitlödi (Gl)	1927
938. *Seiler Daniel,* Ingenieur, Kilchgrundstr. 81	Riehen (Bld)	1928
939. *Seiler Hans,* Elektrotechniker, Neumattstr. 23 . . .	Arlesheim (Bld)	1922
940. *Seippel Claude,* Ingenieur, Glärnischstr. 16	Wettingen	1921
941. *Semenza Guido,* ingénieur, 39, Via Monte Napoleone .	Milano (Italia)	1910
942. *Semenza Marco,* ingénieur, 39, Via Monte Napoleone .	Milano (Italia)	1915
943. *Semler Karl,* Betriebsdirektor der Vorarlb. Kraftwerke .	Bregenz (Vorarlb)	1910
944. *Setoh Shojio,* Prof. der Elektrotechnik, Elektrotechnisches Institut der Kaiserlichen Universität	Tokio (Japan)	1925
945. *Setz Fr.,* Direktor des Elektrizitätswerkes Arbon . . .	Arbon	1905
946. *Shibusawa Motoji,* chief Engineer, Bureau of Electric Power Ministry of communicat., 72, Haramachi Koiskikawa .	Tokio (Japan)	1921
947. *Sibler Fritz,* Ingenieur, Paulstr. 9	Zürich 8	1922
948. *Siegel Gust.,* Dr. ing., Moltkestr. 1	Berlin NW 40 (Dtschl)	1905
949. *Siegfried G.,* Installateur	Andelfingen (Zch)	1926
950. *Siegfried Theodor,* Ingenieur, Bienenstr. 47	Seebach (Zch)	1928
951. *Siegrist E.,* Elektrotechniker, Adjunkt des Elektrizitätswerkes der Stadt Luzern, Sternmattstr. 1	Luzern	1904
952. *Siegwart Walter,* Ing., p. a. Frau Riggenbach, Klarastr. 30	Basel	1922
953. *Sigg Adolf,* Ingenieur, Châlet Schwyzerhüsli, Geissmatt	Luzern	1920
954. *Silbernagel Ad.,* konsult. Ingenieur, Lenzgasse 35 . .	Basel	1899
955. *Simmen C.,* Elektrotechniker, Hofwiesenstr. 40 . . .	Zürich 6	1917
956. *Simmen Werner,* Elektrotechniker, Promenadenweg 7 .	Biel	1928
957. *Söderbaum Carl,* Ingenieur, c/o Ljusnans Sulfatfabrik	Marmaverken (Schwed.)	1925
958. *Sokolnicki G.,* Professor am Polytechnikum Lemberg .	Lemberg (Polen)	1925
959. *Somla J,* Direktor des Elektrizitäts-Verbandes der Mittelelbebezirke	Kolin (Tschechoslov.)	1929
960. *Souviron R.,* Elektrotechniker, c/o Sulzer Brothers, 4, Avenue Edward VII	Shanghai (China)	1919
961. *Spaar Hans,* Ingenieur	Balsthal (Sol.)	1926
962. *Spieser Rob.,* Ingenieur, c/o A.-G. Brown, Boveri & Cie.	Baden (Arg)	1928
963. *Spillmann Robert,* Elektrotechniker, Paulstr. 4 . . .	Zürich 8	1921
964. *Spoerri Alb.,* Ingenieur, Höschgasse 75	Zürich 8	1921
965. *Sprecher C.,* Ingenieur	Aarau (Arg)	1899
966. *Sprecher Ernst,* Elektrotechniker, Leimbachstr. 78 . .	Zürich 2	1917
967. *Spyri H.,* Ingenieur, i/Fa. Spyri & Hofer, techn. Bureau, Rückerlberggürtel 18	Graz (Oesterreich)	1902
968. *Staehelin Walter W.,* S. A. K., Davidstr. 45	St. Gallen	1920
969. *Stanek Walther,* ingénieur, Casillo 4	Lota Alto (Chile)	1924
970. *Starke Hermann,* Elektrotechniker, Hofackerstr. 240 .	Rüschlikon (Zch)	1925
971. *Stauber Emil,* Ingenieur, B. B. C., Bruggerstr. 72 . .	Baden (Arg)	1903
972. *Stebler Otto,* Ingenieur, Kirchweg 7	Baden (Arg)	1927
973. *Steiger R.,* Elektrotechnisches Bureau	Mels (St G)	1917
974. *Steigrad Karl,* Ingenieur, Scheuchzerstr. 112	Zürich 6	1924
975. *Steiner A.,* Elektrotechniker, Reuchenettestr. 3 . . .	Biel	1925
976. *Steiner Ernst,* Dr. ing., Usteristr. 5	Zürich 1	1924
977. *Steiner Fritz,* Sektionschef b. d. S. B. B., Gutenbergstr. 24	Bern	1925

			Eintrittsjahr Année d'admission
78.	*Steiner Otto,* Ingenieur, Splügenstr. 8	Zürich 2	1914
79.	*Sternfeld J.,* ingénieur, 2 Norfolk Street, Strand	London W. C. 2	1925
80.	*Stettler Hans,* Elektrotechniker, Steinengraben 41	Basel	1923
81.	*Stettler Werner,* Elektrotechniker, Mittelstrasse	Langenthal	1921
82.	*Stiefel Edwin,* Direktor E. W. B., Röschenzerstr. 15	Basel	1913
83.	*Stierli Ernst,* Elektrotechniker, Höschgasse 81	Zürich 8	1923
84.	*Stirnimann E.,* ing. conseil, Châlet Erika, Blümlimatt 37	Thun	1912
85.	*Stockar Robert F.,* Ingenieur, Freudenbergstr. 69	Zürich 7	1924
86.	*Stocker Heinrich,* Ingenieur, Rütistr. 15	Baden (Arg)	1926
87.	*Stocker Oskar,* Engineer, 807 Haddon Ave.	Camden (New Jersey)	1925
88.	*Stockhausen Fr.,* Ingenieur, Direktor der Gesellschaft Vertrieb elektrischer Apparate A.-G., Bolleystr. 40	Zürich 6	1929
89.	*Stöcklin J.,* Ingenieur, Bederstr. 45	Zürich 2	1928
90.	*Stodola A.,* Dr., Professor, Freiestr. 62	Zürich 7	1900
91.	*Strasser H.,* Elektroingenieur, Bruggerstr. 30	Baden (Arg)	1921
92.	*Strässle Robert,* Kant. Blitzschutzaufseher, Zederstr. 8	Zürich 7	1922
93.	*Strehler J. E.,* Ingenieur, Dornacherstr. 21	Basel	1896
94.	*Strehler M. Werner,* Ingenieur, P. C. Bah Lias	Dolok-Sinoembah Sumatra (O. K.)	1922
95.	*Streiff Fritz,* Ingenieur, Universitätsstr. 89	Zürich 6	1921
96.	*Streiff Sam.,* Ing., Betriebsleit. d. Kraftübertragungswerke	Rheinfelden (Arg)	1908
97.	*Strelin A.,* Ingenieur, Rämistr. 7	Zürich 1	1894
98.	*Strickler A.,* Dr. ing., Direktor der Schweiz. Kraftübertragung A.-G.	Bern	1928
99.	*Strüby Louis,* chef du Service électrique	Château-d'Oex (Vd)	1917
00.	*Studer Hugo,* Ing., Professor an der E.T.H., Hadlaubstr. 58	Zürich 6	1906
01.	*Studer J.,* Engineer, c/o Nichizui Trading Co. Ltd., Central P. O. Box 77	Osaka (Japan)	1921
02.	*Stünzi Hans Rudolf,* Ingenieur, im langen Lohn 81	Basel	1923
03.	*Stutz-Meier R.,* Elektrotechniker, Weinbergstr. 22	Wettingen (Arg)	1922
04.	*Stutz Traugott,* Elektrotechniker, z. Merkur	Wädenswil	1925
05.	*Süffert A.,* Ingenieur, Güterstr. 223	Basel	1903
06.	*Sulzberger G.,* Kontrollingenieur für elektr. Starkstromanlagen beim Eidg. Eisenbahndepartement	Bern	1899
07.	*Sulzberger K.,* Dr., Ingenieur, Hadlaubstr. 67	Zürich 6	1891
08.	*Suter A.,* Ingenieur, Kreuzmatt 28	Münchenstein (Bld)	1907
09.	*Suter Jean,* électricien, 9, avenue du Cours	Lausanne (Vd)	1917
10.	*Suter Jos.,* ingénieur	Ugines (Savoie)	1899
11.	*Sutter Albert,* Elektrotechniker, Linthpromenade 197	Weesen (St G)	1926
12.	*Sutter Walter,* Elektrotechniker der St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke A.-G.	St. Gallen	1917
013.	*van Swaay G. A. H.,* Ingenieur, Sweelinckplein 16.	Den Haag (Holland)	1925
014.	*Tassart Max,* ingénieur, c/o Direction de l'Exportation de la Cie Générale d'Electricité, 16, rue de la Baume	Paris (France)	1925
015.	*Täuber-Gretler A.,* Dr. ing., Hadlaubstr. 4	Zürich 6	1912
016.	*Täuber K. P.,* Ingenieur, Rotbuchstr. 32	Zürich 6	1893
017.	*Testard Paul,* ingénieur, 46, rue de Londres	Paris (France)	1925
018.	*Thalmann Paul,* Ingenieur, Dammstr. 1	Uster	1927
019.	*Thoma M.,* Direktor des Gas- und Wasserwerkes	Basel	1924
020.	*Thomann E.,* Ingenieur, Felsenstr. 3	Baden (Arg)	1896
021.	*Thomas Maurice E.,* Ingenieur, Sternenstr. 6	Zürich 2	1922
022.	*Thommen Hans,* ingénieur, 22, rue St. Quentin (Legrix)	Le Havre (France)	1921
023.	*Thormann Ludwig,* Ingenieur, Laubeckstr. 29	Bern	1899
024.	*Thuet W.,* Vize-Direktor der Landis & Gyr A.-G., Postfach Bahnhof	Zürich 1	1918

			Eintrittsjahr Année d'admission
1025.	*Thurnheer Jakob*, Ingenieur, Birchstr. 101	Oerlikon	1926
1026.	*Thury René*, Dr. sc. techn. h. c., ingénieur électricien, 79, route du Florissant	Genève	1896
1027.	*Thut Paul*, Direktor der B. K. W., Willadingweg 36 . .	Bern	1922
1028.	*Tischhauser Hans*, Betriebsleiter des Elektrizitäts-, Gas- und Wasserwerkes der Stadt Brugg	Brugg (Arg)	1904
1029.	*Tissot Ed.*, Dr., Administrateur-délégué de la Banque Suisse des Chemins de fer, Malzgasse 32	Bâle	1893
1030.	*Tissot Ed. Louis*, ingénieur, Cie. Italo-Argentina de Electricidad, Calle Corrientes 651	Buenos-Aires (Arg)	1921
1031.	*Tobler Ad.*, Ing., Telegrapheninspektor des II. Kreises der S. B. B.	Olten (Sol)	1902
1032.	*Tobler Alb.*, Electrotechniker, Schubertstr. 11 . . .	Zürich 6	1928
1033.	*Tobler Fritz*, Oberingenieur der Materialprüfanstalt und der Eichstätte des S. E. V., Seefeldstr. 301 . . .	Zürich 8	1917
1034.	*Tobler J.*, Elektrotechniker	Sitten (Val)	1902
1035.	*Tobler Jakob*, Elektrotechniker, Rotbuchstr. 20 . . .	Zürich 6	1925
1036.	*Tödtli A.*, Eichmeister der S. A. K., Zürcherstr. 55 .	St. Gallen W	1920
1037.	*Tommy-Martin Ph.*, Elektro-Ing., Mecksteinerstr. 26	Herzogenrath b. Aachen	1920
1038.	*Toporitschnig Th.*, Ingenieur, ob. Kappelerhof . . .	Baden (Arg)	1925
1039.	*Torche P.*, ingénieur, 11, rue du Général Henrion Bertier	Neuilly s/Seine (Frce)	1907
1040.	*Traneus B.*, Ing., Direktor der Annonsbyran Sten A. B.	Stockholm (Schwed)	1909
1041.	*Trechsel E.*, Chef der Sektion für Linienbau und Kabelanlagen der O. T. D., Seminarstr. 19	Bern	1907
1042.	*Troendle Alb.*, Ingenieur, Ekkehardstr. 6	Zürich 6	1928
1043.	*Trolliet Louis*, 44, rue du Stand prolongé	Genève	1928
1044.	*Trommsdorff Paul*, Dr. phil., Oberbibliothekar der Technischen Hochschule	Hannover (Dtschl)	1925
1045.	*Trott Karl*, Ingenieur, Bahnhofstr. 12	Villingen (Baden Deutschland)	1928
1046.	*Trüb W.*, Ing., Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt	Zürich	1921
1047.	*Truninger Paul*, Ingenieur, elektromech. Werkstätte .	Solothurn-West	1928
1048.	*Tschopp Theodor*, Ingenieur, Carmenstr. 23	Zürich 7	1923
1049.	*Tschumi Fritz*, Ingenieur	Innertkirchen (Bn)	1922
1050.	*Türke Hans*, Ingenieur, Drahtzugstr. 48	Basel	1914
1051.	*Türke Oskar*, Ing., Direktor d. Städt. Elektrizitätswerkes und der Strassenbahnen von Biel	Biel (Bn)	1904
1052.	*Turretini Ed.*, ing., directeur de la Société genevoise des Instruments de Physique, 60, route de Frontenex .	Genève	1917
1053.	*Uherek M.*, Ing., Mittelmährische Elektrizitätswerke .	Prerau (Tschechoslow)	1923
1054.	*Urben Gottfr.*, Betriebsleiter, Kraftwerk Barberine S.B.B.	Châtelard (Val)	1928
1055.	*Utinger Alb.*, Ingenieur, Chamerstr. 6	Zug	1891
1056.	*Vannotti Roberto*, Ingenieur, Bruggerstr. 61	Baden (Arg)	1926
1057.	*Vaterlaus Arm.*, Ingenieur	Wiedlisbach (Bn)	1924
1058.	*Vaterlaus Hans*, Ing., Direktor der N. O. K.	Baden (Arg)	1891
1059.	*Veillard Paul*, ingénieur, 26, rue St-Pierre	Fribourg	1927
1060.	*Velander Sten.*, Oberingenieur, Eriksbergsgatan 14 n. b.	Stockholm Ö	1923
1061.	*Vetsch Ulrich*, Ingenieur, Rebbergstr. 335	Ennetbaden (Arg)	1921
1062.	*Vetter Max*, Elektroingenieur, Grünring 6	Luzern	1928
1063.	*Villa Riccardo*, Ingenieur, Neu St. Andreas	Zug	1924
1064.	*Vionnet Alphonse*, électrotechnicien, chef du réseau de	Châtel-St-Denis (Frb)	1917
1065.	*Vittoz André*, ingénieur, c/o Cie. vaudoise des Forces motr. des lacs de Joux et de l'Orbe, 1, chemin de Mornex	Lausanne (Vd)	1925
1066.	*Vocat Marcel*, ingénieur-électricien	Sierre (Val)	1924
1067.	*Voegeli F.*, Ingenieur, Spitalackerstr. 65	Bern	1926
1068.	*Vogel M.*, Elektrotechniker	Stadel b. Niederglatt	1927

Eintrittsjahr
Année d'admission

1069. *Vögtli K.*, Ingenieur, neue Beckenhofstr. 47 . . . . Zürich 6 1928
1070. *Volkart Aug.*, Hinterer Steinacker 41 . . . . . . Olten 1928
1071. *Vollenweider Emil*, Betriebstechniker . . . . . . Kempten b.Wetzikon 1919
1072. *Vollenweider Ernst*, Ingenieur, Culmannstr. 23 . . . Zürich 6 1922
1073. *Von der Müll*, Ingenieur, St. Albanvorstadt 36. . . . Basel 1927
1074. *Vontobel E. R.*, Ingenieur, Allenmoosstr. 25 . . . . Oerlikon 1917
1075. *Vontobel Robert*, Elektrotechniker . . . . Kilchberg (Zch) 1901
1076. *Vuilleumier W.*, Ingenieur, Starkstrominspektorat des S. E. V., Seefeldstr. 301 . . . . Zürich 8 1917
1077. *Vuilliomenet Virgile*, électrotechnicien . . . . . . Neuchâtel 1915
1078. *Wachter Hch.*, Ingenieur, Wülflingerstr. 11 . . . . Winterthur 1918
1079. *Wacker Willy*, Elektrotechniker, Zeughausstr. 28 . . Aarau 1928
1080. *Waeber Auguste*, ingénieur en chef des Entreprises électriques fribourgeoises . . . . Fribourg 1905
1081. *Wagner Carl Willy*, Dr. phil., Dr. ing. h. c., Professor, Heinrich-Hertz-Institut für Schwingungsforschung, Franklinstr. 6 . . . . Berlin R.W. 87 1925
1082. *Wälchli Fritz*, Elektrotechniker, B. K. W. . . . . . Biel (Bn) 1919
1083. *Walder E.*, Elektr. Anlagen . . . . Rüti (Zch) 1926
1084. *Waldis J.*, Techniker der Wasserwerke Zug A.-G. . . Zug 1894
1085. *Waldmeyer Willy*, Ingenieur, Ekkehardstr. 18 . . . Zürich 6 1926
1086. *Walser Conrad*, Elektroinstallateur, Bahnhofquai 11 . Zürich 1 1926
1087. *Walser Joh.*, Elektrotechniker, Schneebergstr. 38 . . St. Gallen 1917
1088. *Wanger Wilh.*, Ingenieur, Seestr. 90 . . . . Zürich 2 1925
1089. *Waser Heinrich*, Elektrotechniker, Lockertstr. 284 . . Chur 1925
1090. *Weber-Bachofner A.*, Baselstr. 13 . . . . Luzern 1919
1091. *Weber Ernst*, Elektrotechniker d. Elektrizitätswerkes der Stadt Luzern, Wesemlinstr. 19 . . . . Luzern 1913
1092. *Weber Franz*, Elektroingenieur, Grenzstr. 40 . . . . Winterthur 1907
1093. *Weber J. Eug.*, Generalsekretär der A.-G. Brown, Boveri & Cie. . . . . Baden (Arg) 1913
1094. *Weber Karl*, Elektrotechniker, Laurenzentorgasse 2 . Aarau 1923
1095. *Weber-Itten Oscar*, Installationschef der Bernischen Kraftwerke A.-G. . . . . Spiez 1927
1096. *Weber-Sahli A.*, Ing., Professor am Kantonalen Technikum Biel (Bn) 1908
1097. *de Weck Louis*, ingénieur, 8, rue Michel Chauvet . . Genève 1917
1098. *Wegmann Fritz*, Ingenieur, Bureau für Maschinen-Installationen M. F. O., Balderngasse 9 . . . . Zürich 1 1928
1099. *Wehrli Arnold*, Elektrotechniker, Bauabtlg. Kreis II, S.B.B. Luzern 1923
1100. *Weideli Alfr.*, Elektrotechniker, Baarerstr. 46 . . . . Zug 1927
1101. *Weilenmann H.*, Direktor der A.-G. Wasserwerke Zug . Zug 1923
1102. *Weilenmann Wilhelm*, Ingenieur, Hägelerstr. 4 . . . Baden (Arg) 1907
1103. *Weingart Paul*, Oberingenieur der A.-G. Bündner Kraftwerke . . . . Klosters-Platz 1911
1104. *Weiss Hans*, Ingenieur, Tunnelstr. 4 . . . . . . Neuewelt (b. Basel) 1922
1105. *Weissenbach-Sosa Hch.*, Belvedère . . . . Kriens (Luz) 1919
1106. *Wellauer Max*, Dr. ing., Hochstrasse . . . . . . Oerlikon (Zch) 1923
1107. *Wenger Arnold*, Elektrotechniker, Weidenstr. 1 . . . Münchenstein (Bld) 1913
1108. *Wenger J.*, Ingenieur, Uraniastr. 15 . . . . Zürich 1 1924
1109. *Werdenberg Wilh.*, Ingenieur, Sihlstr. 33 . . . . . Zürich 1 1927
1110. *Werndly Conrad*, chef de district . . . . Payerne (Vd) 1917
1111. *Werthemann Peter*, Ingenieur, St. Jakobstr. 45 . . . Basel 1926
1112. *Wettstein A.*, Ingenieur . . . . Niederteufen (App) 1925
1113. *Wettstein E.*, électrotechnicien, chez Mme Boué, 339, avenue Jean Jaurès . . . . Lyon (France) 1922

			Eintrittsjahr Année d'admission
1114.	*Wettstein Max,* Betriebstechniker, Kapfstr. 3. . . .	Zürich 7	1917
1115.	*Weyermann Alb.,* Elektrotechn. i. F. Sprecher & Schuh A.-G.	Aarau (Arg)	1917
1116.	*Wick Arnold,* ingénieur, Via Carlo Farini 52	Milano (Italien)	1927
1117.	*Wick Carl,* Ingenieur, Waldhaus Dolder	Zürich 7	1920
1118.	*Wider Th.,* Betriebsleiter des Elektrizitätswerkes . .	Linthal (Gl)	1921
1119.	*Widmer A. W.,* Ingenieur, Direktor der Cechoslov. Brown-Boveri-Werke A.-G., Vaclavske nam. 53	Prag II (Tschechoslov.)	1917
1120.	*Widmer Karl,* Elektrotechniker, Winterthurerstrasse	Schwamendingen (Zch)	1921
1121.	*Widmer Willy,* Ingenieur, Schildstr. 54	Schaffhausen	1926
1122.	*Wiederkehr Eugen,* électrotechnicien, c/o Mme Vinet, 99, rue de la Paix.	Montignies s/S (Belg.)	1924
1123.	*Wiesmann Paul,* Elektroingenieur, Speichergasse 10 .	Bern	1924
1124.	*Wiesner Edgar,* Ingenieur, Englischviertelstr. 57 . . .	Zürich 7	1928
1125.	*Wilczek Ernst,* Dir. der Ganz'schen E. A. G. Lövöhaz 22a	Budapest II	1925
1126.	*von Wild Ernesto,* Ingeniero, Marmellá S. Gervasio .	Barcelona (Esp)	1913
1127.	*Wildhaber Hugo,* Ingenieur, Zürichstr. 74	Baden (Arg)	1923
1128.	*Winiger A.,* ingénieur, c/o Saltos del Alberche, Plaza de la Lealtad 3	Madrid	1919
1129.	*Winiger Franz J.,* Ing., Stellwerkbureau S. B. B., Kr. II .	Luzern	1928
1130.	*Winkler Edwin,* Elektrotechniker, z. Güetli	Wetzikon (Zch)	1922
1131.	*Winterhalter U.,* Dir. d. Städt. Strassenbahn, Kinkelstr. 6	Zürich 6	1902
1132.	*Wirth Hch.,* Elektrotechniker, Herrligstr. 21	Altstetten (Zch)	1928
1133.	*Wirz Emil,* Dr., Ingenieur, Weihermattstr. 9	Binningen (Bld)	1912
1134.	*Wirz Ernst,* Ingenieur b. städtischen Elektrizitätswerk .	Lugano	1919
1135.	*Wirz Max,* Elektroingenieur, M. F. O., Weinbergstr. 55 .	Zürich 6	1919
1136.	*Witta Oskar,* Elektrotechniker, Gundeldingerstr. 337 .	Basel	1922
1137.	*Wolfensberger Paul,* Ingenieur, Weite Gasse 8 . . .	Baden (Arg)	1928
1138.	*Wollenmann David,* Ingenieur, Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt Solothurn, Weissensteinstr. 237 .	Solothurn	1905
1139.	*Wüger Hans,* Ingenieur, Scherrstr. 7	Zürich 6	1924
1140.	*Wuilleumier H. Oscar,* électrotechnicien	Tramelan (Bn)	1926
1141.	*Wunenburger Gaston,* Ingenieur, Bruggerstr. 61 . . .	Baden (Arg)	1926
1142.	*Wüthrich G.,* ingénieur, 28—31 Essex Street, Strand	London W.C. 2 (Engl)	1906
1143.	*Wüthrich Marcel,* ingénieur, 130—34th Avenue . .	Lachine Que (Canada)	1925
1144.	*Wyprächtiger Jean,* Ingenieur, Inspektor beim Starkstrominspektorat des S. E. V. Seefeldstr. 301 . . .	Zürich 8	1918
1145.	*Wyss Gottfr.,* Elektrotechniker beim Bureau für elektr. Anlagen der S. B. B., Kreis III, Mythenstr. 23 . . .	Zürich 2	1928
1146.	*Wyss H.,* Dr phil., Ing., Vorsteher d. mech.-techn. Abteil. der Gewerbeschule der Stadt Zürich, Hegibachstr. 76	Zürich 7	1918
1147.	*Wyss-Broquet O.,* Ingenieur, Neustrasse	Wettingen (Arg)	1927
1148.	*Wysseier Werner,* Elektrotechniker, chez Mme. de Bée, Place du Marché	St-Imier	1925
1149.	*Wyssling W.,* Dr., Professor	Wädenswil (Zch)	1891
1150.	*Zahnd Paul,* chemin de Jolimont, Villa Bourqui . .	Fribourg	1915
1151.	*Zambetti Theodor,* Ingenieur, via Greina 2	Lugano	1922
1152.	*Zangger Harold F.,* Ingenieur, Zeltweg 66	Zürich 7	1919
1153.	*Zaruski A.,* Direktor des Elektrizitätswerkes und der Trambahn der Stadt St. Gallen	St. Gallen	1895
1154.	*Zaruski A.,* jun., Ingenieur, Schwarztorstr. 32 . . .	Bern	1928
1155.	*Zehnder J.,* Ingenieur, Maschinenfabrik Oerlikon . . .	Oerlikon	1909
1156.	*Zeindler Albert,* Ingenieur, Höhtalstr. 336	Ennetbaden (Arg)	1926
1157.	*Zellweger F.,* Dr. ing., 215, West, 34th Street . . .	New-York City	1923
1158.	*Ziegler Jules,* Ingenieur, St. Albankirchrain 2 . . .	Basel	1891

		Eintrittsjahr Année d'admission
1159. *Zikeli Emilio,* Direttore dell'Azienda Elettrica consorziale delle Città di Bolzano-Merano (già Etschwerke) . .	Merano (Italia)	1914
1160. *Zimmerli Fritz,* Elektrotechniker S. B. B., Fliederstr. 8	Zürich 6	1922
1161. *Zimmerli P.,* Betriebsleiter d. E.-W. Olten-Aarburg A.-G.	Olten (Sol)	1894
1162. *Zimmermann Adolf,* Ingenieur, Gladbachstr. 9 . . .	Zürich 6	1918
1163. *Zimmermann E.,* Ingenieur	Murten (Frb)	1903
1164. *Zimmermann Ed.,* Betriebsdirektor der Berninabahn .	Poschiavo (Grb)	1921
1165. *Zimmermann Fritz,* Elektrotechniker, „Morgensonne", Bergstrasse	Horgen	1923
1166. *Zimmermann H.,* Ingenieur	Zollikerberg (Zch)	1924
1167. *Zindel Georges,* Maschinen-Ingenieur, Redaktor der „Schweiz. Bauzeitung", Weinbergstr. 96	Kilchberg (Zch)	1910
1168. *Zingg Werner,* Ingenieur	Zug	1928
1169. *Zipernowsky Franz,* Oberingenieur, Generalsekretär des Verbandes Ungar. Elektr.-Werke, Franz Josephs Quai 27	Budapest IV	1924
1170. *Zobrist Hans,* Ingenieur, Nordstr. 113	Zürich 6	1924
1171. *Zobrist Max,* Ingenieur, Hebelstr. 99	Basel	1921
1172. *Zobrist Walter,* Ingenieur, Wiesenstr. 3	Baden (Arg)	1928
1173. *Zubler Max,* Direktor des E. K. S., Rheinstr. 37 . .	Schaffhausen	1924
1174. *Züblin Wilhelm,* Dr. ing., Reitweg 36	Winterthur (Zch)	1917
1175. *Zumbühl August,* Ingenieur, Rorschacherstr. 7 . . .	St. Gallen C	1926
1176. *Zundel C. Heinrich*	San Nazzaro (Tn)	1905
1177. *Zuppinger P.,* Elektroingenieur, Hofwiesenstr. 30 . .	Zürich 6	1917

Jungmitglieder. — Membres étudiants.

		Schule 1)	
1178. *Bertschinger Rolf,* stud. ing., Dolderstr. 95 .	Zürich 7	E. T. H.	1928
1179. *Blass Hermann,* stud. el. ing., im Stocker . .	Horgen	E. T. H.	1927
1180. *Both P.,* stud. el. ing., Scheuchzerstr. 27 . .	Zürich 6	E. T. H.	1929
1181. *Camponovo François,* stud. techn., 8, rue du Weissenstein	Bienne	T. Bi.	1928
1182. *Fässler Emanuel,* stud. el. ing., Konkordiastr. 20	Zürich 7	E. T. H.	1928
1183. *Filliol Jean,* stud. el. ing., Keltenstr. 45 . .	Zürich 7	E. T. H.	1928
1184. *Fischer Walter,* stud. el. ing., Eleonorenstr. 44	Zürich 7	E. T. H.	1928
1185. *Frei Hans,* stud. el. ing., Sumatrastr. 13 . .	Zürich 6	E. T. H.	1928
1186. *Gaegauf Hugo,* stud. el. ing., Rütistr. 70 . .	Zürich 7	E. T. H.	1928
1187. *Glutz Hermann,* stud. el. ing., Hübeli . . .	Solothurn	E. T. H.	1927
1188. *Grand d'Hauteville Eric,* stud. el. ing., Rigistr. 9	Zürich 6	E. T. H.	1927
1189. *Hartmann Hans,* stud. el. ing., Möhrlistr. 74 .	Zürich 6	E. T. H.	1929
1190. *Heussi Alfred,* stud. el. ing., Hirschengraben 82	Zürich 1	E. T. H.	1928
1191. *Huber Robert,* stud. el. techn., Kasernenstr. 455	Bülach	T. W.	1928
1192. *Hürzeler Jakob,* stud. el. ing., Militärstr. 62 .	Zürich 4	E. T. H.	1928
1193. *Lang Victor,* stud. el. ing., Volkmarstr. 5 . .	Zürich 6	E. T. H.	1928
1194. *Luchsinger Willy,* stud. el. ing., Wibichstr. 36	Zürich 6	E. T. H.	1928
1195. *Meister Paul,* stud. el. techn., Rosenbergstr. 47	Neuhausen	T. W.	1928
1196. *Merz Otto,* stud. el. ing., Winterthurerstr. 81 .	Zürich 6	E. T. H.	1928
1197. *Metraux Aug.,* stud. el. ing., Ritterstr. 2 . .	Zürich 7	E. T. H.	1928
1198. *Meyer Carlo,* stud. el. ing., Siriusstr. 10 . .	Zürich 7	E. T. H.	1928

1) E.T.H. Eidg. Techn. Hochschule. — T.W. Technikum Winterthur. — T.Bu. Technikum Burgdorf. — T.B. Technikum Biel.

Nr.	Name, Stand, Adresse	Ort	Schule [1]	Eintrittsjahr Année d'admission
1199.	*Morf Jules,* stud. el. techn., Technikum . . .	Biel	T. Bi.	1928
1200.	*Munzinger Albert,* stud. el. ing., Seilergraben 49	Zürich 1	E. T. H.	1928
1201.	*Russenberger Paul,* stud. el. ing., Huttensteig 12	Zürich 6	E. T. H.	1928
1202.	*Schär Fritz,* stud. el. techn., Eystr. 15 . . .	Burgdorf	T. Bu.	1928
1203.	*Schumacher Rudolf,* stud. el. techn., alte Römerstrasse	Oberwinterthur	T. W.	1927
1204.	*Schwob Emil,* stud. techn., Talstr. 9 . . .	Oberwil (Bld.)	T. W.	1928
1205.	*Scolari Gino,* stud. el. ing.	Rodi-Fiesso (Tn.)	E. T. H.	1927
1206.	*Solomon Alfred,* stud. el. ing., Bolleystr. 45 .	Zürich 6	E. T. H	1927
1207.	*Spahr Robert,* stud. el. ing., Hedwigstr. 20 .	Zürich 7	E. T. H.	1928
1208.	*Staub Walter,* stud. el. techn., Graben 29 . .	Winterthur	T. W.	1928
1209.	*Steiert Gustav,* stud. el. ing., Schönleinstr. 9	Zürich 7	E. T. H.	1927
1210.	*Strehler Alfr.,* stud. el. ing., Albanistr. 7 . .	Winterthur	E. T. H.	1928
1211.	*Stutz Walter,* stud. el. ing., Universitätsstr. 43	Zürich 6	E. T. H.	1928
1212.	*Theiler Herm.,* stud. el. ing., Schweighof . .	Kriens (Luz)	E. T. H.	1927
1213.	*Veroloet F. G. C.,* stud. el. ing., Scheuchzerstr. 66	Zürich 6	E. T. H.	1928
1214.	*Vetsch Hans,* stud. el. ing., Schubertstr. 16 .	Zürich 6	E. T. H.	1928
1215.	*Vetterli Karl,* stud. el. techn., Sprensenbühlstr. 18	Zürich 7	T. W.	1928
1216.	*Weber Heinrich,* stud. el. ing., Ritterstr. 8 . .	Zürich 7	E. T. H.	1928
1217.	*Wehrlin H.,* stud. el. ing., Pestalozzistr. 18 .	Zürich 7	E. T. H.	1928
1218.	*Zollikofer Kurt,* stud. el. ing., Letzistr. 10 . .	Zürich 6	E. T. H.	1928
1219.	*Zuber Otto,* stud. el. ing., Volkmarstr. 5 . .	Zürich 6	E. T. H.	1928

[1] E.T.H. E.dg. Techn. Hochschule. — T.W. Technikum Winterthur. — T.Bu. Technikum Burgdorf. — T.Bi. Technikum Biel.

Verteilung der Mitglieder auf die verschiedenen Kategorien.

Mitgliederkategorie	Anzahl Mitglieder mit						Total	
	1 St.	2 St.	3 St.	4 St.	5 St.	6 St.	Anzahl	Stimmenzahl
Einzelmitglieder	1177	—	—	—	—	—	1177	1177
Jungmitglieder	—	—	—	—	—	—	42	—
Kollektivmitglieder des S. E. V., zugleich Mitglieder des V. S. E. .	118	108	60	30	16	23	355	852
Uebrige Kollektivmitglieder . .	181	92	66	20	6	7	372	715
Total	1476	200	126	50	22	30	1946	2744

Kollektivmitglieder.

Die Kollektivmitglieder sind aufgeführt in der alphabetischen Reihenfolge des Ortes des Geschäftssitzes.

Membres collectifs.

Les membres collectifs sont classés par ordre alphabétique du domicile.

a) **Zugleich Mitglieder des V. S. E.**

a) **Sont aussi membres de l'U. C. S.**

			Beitragsstufe (Stimmenzahl)
1.	Elektrizitätswerk der Gemeinde Aadorf	*Aadorf* (Thg)	2
2.	Aargauisches Elektrizitätswerk	*Aarau* (Arg)	6
3.	Städtisches Elektrizitätswerk	*Aarau* (Arg)	6
4.	Elektrische Licht- und Kraftstation d. Einwohnergemeinde	*Aarberg* (Bn)	2
5.	Elektrizitätsversorgung der Gemeinde Aarburg	*Aarburg* (Arg)	3
6.	Elektrizitätswerk Affeltrangen	*Affeltrangen* (Thg)	1
7.	Elektrizitätsgenossenschaft Alikon	*Alikon* (Arg)	1
8.	Elektrizitätswerk Altdorf A.-G. (Bureau: Hirschengraben 33, Luzern)	*Altdorf* (Uri)	5
9.	Elektrizitätswerk der Gemeinde Altnau	*Altnau* (Thg)	1
10.	Elektrizitätswerk der Gemeinde Alvaschein	*Alvaschein* (Grb)	1
11.	Elektrizitäts-, Gas- und Wasserversorgung Amriswil	*Amriswil* (Thg)	3
12.	Elektrizitätswerk der Gemeinde Gr.-Andelfingen	*Andelfingen* (Zch)	2
13.	Elektra Andwil	*Andwil* b. Erlen (Thg)	1
14.	Elektrizitätswerk Appenzell	*Appenzell*	3
15.	Elektrizitätswerk des Kantons Thurgau	*Arbon* (Thg)	5
16.	Gas-, Wasser- und Elektrizitätswerk	*Arbon* (Thg)	3
17.	S. A. d'Electricité d'Ardon	*Ardon* (Val)	2
18.	Elektrizitätswerk Arosa	*Arosa* (Grb)	4
19.	Elektrizitätswerk Arth	*Arth* (Schw)	2
20.	Service d'électricité de la commune d'Auvernier	*Auvernier* (Nch)	1
21.	Elektrizitätswerk Baar (Spinnerei a. d. Lorze)	*Baar* (Zug)	3
22.	Nordostschweizerische Kraftwerke A.-G.	*Baden* (Arg)	6
23.	Städtische Werke Baden	*Baden* (Arg)	5
24.	Société d'électricité de Bagnes	*Bagnes* (Val)	2
25.	Elektrizitätsgenossenschaft Balterswil-Ifwil	*Balterswil* (Thg)	1
26.	Elektrizitätswerk Basel und Kraftwerk Augst	*Basel*	6
27.	Lonza Elektrizitätswerke und Chemische Fabriken A.-G., Aeschenvorstadt 72	*Basel*	6
28.	Elektrizitätswerk Bazenheid A.-G. (Hr. Rohner-Baumann, Präsident, Herisau)	*Bazenheid* (St G)	2
29.	Elektrische Verteilungsanlage der Gemeinde Beinwil a. S.	*Beinwil a. S.* (Arg)	2
30.	Azienda elettrica comunale di Bellinzona	*Bellinzona* (Tn)	4
31.	Elektrizitätsversorgung Benken	*Benken* (Zch)	1
32.	Elektra Berg	*Berg* (Thg)	1
33.	Aktiengesellschaft Elektrizitätswerk Bergün	*Bergün* (Grb)	3
34.	Elektrizitätswerk Berlingen	*Berlingen* (Thg)	2
35.	Bernische Kraftwerke A.-G.	*Bern*	6
36.	Elektrizitätswerk der Stadt Bern	*Bern*	6
37.	Schweiz. Kraftübertragung, A.-G. f. Vermittlung und Verwertung von Elektrizität, Optingenstr. 16	*Bern*	4
38.	Società elettrica delle Tre Valli S. A.	*Biasca* (Tn)	4
39.	Elektrizitätsgesellschaft Bichelsee	*Bichelsee* (Thg)	1
40.	Elektrizitätswerk der Stadt Biel	*Biel* (Bn)	4
41.	Elektrizitätsversorgung der Gemeinde Bilten	*Bilten* (Gl)	1
42.	Elektrizitätswerk Bischofszell	*Bischofszell* (Thg)	2
43.	Elektra-Korporation Bleiken-Befang	*Bleiken* b. Sulgen (Thg)	1
44.	Officine Elettriche Ticinesi S. A.	*Bodio* (Tn)	6
45.	Kraftwerke an der Reuss	*Bremgarten* (Arg)	4

		Beitragsstufe (Stimmenzahl)
46. Verwaltung der Elektrizitätsanlage der Einwohnergemeinde	*Brienz* (Bn)	2
47. Elektrizitätswerk Brig-Naters	*Brig* (Val)	3
48. Elektrizitätswerk Brittnau	*Brittnau* (Arg)	2
49. Elektrizitätswerk der Stadt Brugg	*Brugg* (Arg)	4
50. Elektrizitätsgenossenschaft Bubikon	*Bubikon* (Zch)	1
51. Wasser- und Elektrizitätswerk Buchs	*Buchs* (St G)	3
52. Société électrique de Bulle	*Bulle* (Frb)	3
53. Elektrizitätswerk der Gemeinde Burgdorf	*Burgdorf* (Bn)	3
54. Elektrizitätswerk Bürglen	*Bürglen* (Thg)	3
55. Elektrizitätsgenossenschaft Buttwil	*Buttwil* (Arg)	1
56. Commune de Cernier	*Cernier* (Nch)	2
57. Société anonyme des eaux et d'électricité de Champéry	*Champéry* (Val)	2
58. Société des Forces motrices de Chancy-Pougny . . .	*Chancy* (Genève)	5
59. Services industriels de la commune de	*La Chaux-de-Fonds*	5
60. Officina elettrica del comune di Chiasso	*Chiasso* (Tn)	3
61. S. A. pour l'industrie de l'aluminium, succ. de Chippis .	*Chippis* (Val)	3
62. Lichtwerke und Wasserversorgung	*Chur* (Grb)	4
63. Service du gaz et de l'électricité de la Commune de Colombier	*Colombier* (Nch)	2
64. Gemeinde Conters	*Conters i. O.* (Grb)	1
65. Fabrique d'Horlogerie de Fontainemelon, succ. de Corgémont	*Corgémont* (Bn)	2
66. Elektrizitätsversorgung Dallenwil	*Dallenwil* (Ndw)	2
67. Elektrizitätswerk der Gemeinde.	*Dättwil* (Arg)	1
68. Elektrizitätswerke Davos A.-G.	*Davos-Platz* (Grb)	4
69. Elekrizitätswerk der Gemeinde Dietlikon	*Dietlikon* (Zch)	1
70. Elektrizitätsgenossenschaft Dozwil	*Dozwil* (Thg)	1
71. Elektrizitätswerk der Zivilgemeinde Dübendorf	*Dübendorf* (Zch)	2
72. Elektrizitätswerk Dürnten	*Dürnten* (Zch)	1
73. Elektrizitätsgenossenschaft Dussnang	*Dussnang* (Thg)	1
74. Dorfverwaltung Ebnat	*Ebnat* (St G)	2
75. Stüdli J. Ulrich, Sägewerk	*Egg-Flawil* (St G)	1
76. Gemeinde Egliswil	*Egliswil* (Arg)	1
77. Kraftwerke der Jungfraubahn (Adr.: Betriebsdirektion der Jungfraubahn, Mai-Oktober: Eigergletscher; November-April: Zürich, Börsenstr. 14)	*Eigergletscher* (Bn)	4
78. Elektrizitätswerk Engelberg, Gebr. Hess	*Engelberg* (Obw)	3
79. Weberei Sernftal A.-G.	*Engi* (Gl)	2
80. Elektrizitätskorporation Engishofen	*Engishofen* (Thg)	1
81. Elektrische Licht- und Kraftanlage	*Ennenda* (Gl)	2
82. Elektrizitätswerk Erlen	*Erlen* (Thg)	1
83. Elektrizitätswerk der Gemeinde Erlenbach	*Erlenbach* (Zch)	2
84. Elektrizitätswerk der Gemeinde Erstfeld	*Erstfeld* (Uri)	1
85. Elektrizitätswerk der Gemeinde	*Eschlikon* (Thg)	2
86. Elektrizitätsgenossenschaft Ettenhausen	*Ettenhausen* (Thg)	1
87. Elektrizitätswerk der politischen Gemeinde Fehraltorf .	*Fehraltorf* (Zch)	1
88. Gebr. Egger, Elektrizitätswerk	*Filzbach* (Gl)	2
89. Elektrizitätsgenossenschaft Fischingen	*Fischingen* (Thg)	1
90. Elektrizitätswerk der Dorfkorporation Flawil	*Flawil* (St G)	3
91. Service d'électricité de la commune de Fleurier . . .	*Fleurier* (Nch)	3
92. Elektrizitätswerk der Municipalgemeinde Frauenfeld . .	*Frauenfeld* (Thg)	3
93. Entreprises électriques fribourgeoises	*Fribourg* (Frb)	6
94. Genossenschaft für elektrische Licht- u. Kraftversorgung	*Gams* (St G)	2
95. Elektrizitätsgenossenschaft Gansingen	*Gansingen* (Arg)	1
96. Elektrizitätswerk der Gemeinde Gebenstorf	*Gebenstorf* (Arg)	1
97. Service de l'Electricité de la ville de Genève, Case Mont Blanc	*Genève*	6
98. Commune des Geneveys sur Coffrane	*Geneveys* s. Coffr. (Nch)	2

			Beitragsstufe (Stimmenzahl)
99.	Elektra Gipf-Oberfrick	*Gipf-Oberfrick* (Arg)	1
100.	Société électrique de la Côte	*Gland* (Vd)	3
101.	Elektrizitätsversorgung der Gemeinde Glarus	*Glarus*	3
102.	Elektrische Licht- und Kraftanlage	*Gontenschwil* (Arg)	1
103.	Service électrique de la commune de Gorgier	*Gorgier* (Nch)	1
104.	Elektrizitätswerk der Gemeinde Göschenen	*Göschenen* (Uri)	2
105.	Elektrizitätswerk der Dorfkorporation Gossau	*Gossau* (St G)	3
106.	Elektrizitätswerk der Zivilgemeinde Gossau	*Gossau* (Zch)	1
107.	Elektrizitätswerk Grabs	*Grabs* (St G)	3
108.	Elektrizitätswerk der Gemeinde Gränichen	*Gränichen* (Arg)	2
109.	Elektrizitätswerk der Gemeinde Grindelwald	*Grindelwald* (Bn)	3
110.	Elektra Grub	*Grub* (App A-R)	1
111.	Elektrizitätswerk der Gemeinde Grüningen	*Grüningen* (Zch)	2
112.	Lietha & Co., Elektrizitätswerk	*Grüsch* (Grb)	1
113.	Elektrizitätsgenossenschaft	*Guntershausen* b. Aadorf (Thg)	1
114.	Elektrizitätswerk der Gemeinde Güttingen	*Güttingen* (Thg)	1
115.	Elektra Hagenwil	*Hagenwil* b. Amriswil (Thg)	1
116.	Elektrizitätswerk Hägglingen	*Hägglingen* (Arg)	1
117.	Wasser- und Elektrizitätswerk Hallau	*Hallau* (Sch)	1
118.	Elektrizitätswerk der Ortsgemeinde Hauptwil	*Hauptwil* (Thg)	1
119.	Elektrizitätswerk Heiden A.-G.	*Heiden* (App A-R)	3
120.	Aryana-Bund	*Herrliberg* (Zch)	1
121.	Elektrizitätswerk Herrliberg	*Herrliberg* (Zch)	2
122.	Elektrizitätsverwaltung der Gemeinde Hochdorf	*Hochdorf* (Luz)	2
123.	Elektrizitätswerk der Gemeinde Höngg	*Höngg* (Zch)	2
124.	Licht- und Wasserwerk Horgen	*Horgen* (Zch)	3
125.	Elektrizitätskommission	*Huttwil* (Bn)	2
126.	Elektritätswerk der Ortsgemeinde Hüttwilen	*Hüttwilen* (Thg)	1
127.	Elektrizitätswerk Bündner Oberland	*Ilanz* (Grb)	3
128.	Kraftwerke Oberhasli A.-G.	*Innertkirchen* (Bn)	5
129.	Licht- und Wasserwerke Interlaken	*Interlaken* (Bn)	4
130.	Elektra Jegenstorf-Fraubrunnen	*Jegenstorf* (Bn)	3
131.	Elektrizitätswerk Jona-Rapperswil A.-G.	*Jona* (St G)	4
132.	Elektrizitätsgenossenschaft Kaltbrunn	*Kaltbrunn* (St G)	2
133.	Gemeinde-Elektrizitätswerk Kerns	*Kerns* (Obw)	4
134.	Elektrizitätskorporation Kesswil	*Kesswil* (Thg)	1
135.	Elektrizitätsgenossenschaft Killwangen	*Killwangen* (Arg)	1
136.	Elektrizitätsversorgung der Gemeinde Kirchberg	*Kirchberg* (St G)	2
137.	A.-G. Bündner Kraftwerke	*Klosters* (Grb)	6
138.	Elektrizitätswerk der Gemeinde Kloten	*Kloten* (Zch)	2
139.	Elektrizitätskommission der Gemeinde Kölliken	*Kölliken* (Arg)	2
140.	Elektrizitätswerk der Gemeinde Kradolf	*Kradolf* (Thg)	2
141.	Elektrizitätswerk Kreuzlingen-Emmishofen	*Kreuzlingen* (Thg)	4
142.	Elektrizitätsgenossenschaft Kugelshofen-Wylen	*Kugelshofen-Wylen* (Thg)	1
143.	Elektrizitätswerk der Gemeinde Küsnacht	*Küsnacht* (Zch)	3
144.	Elektrizitätswerk der Gemeinde Lachen	*Lachen* (Schw)	2
145.	Elektra Lachen A.-G.	*Lachen-Walzenhausen* (App A-R)	1
146.	Aktiengesellschaft Elektrizitätswerke Wynau	*Langenthal* (Bn)	6
147.	Licht- und Wasserwerke Langenthal	*Langenthal* (Bn)	3
148.	Licht- und Wasserwerke der Gemeinde Langnau	*Langnau* (Bn)	4
149.	Elektrizitätskorporation Lanzenneunforn	*Lanzenneunforn* (Thg)	1
150.	Kraftwerk Laufenburg	*Laufenburg* (Arg)	6
151.	Städtische Elektrizitäts- und Wasserversorgung Laufenburg	*Laufenburg* (Arg)	2
152.	Cie. Vaud. des forces motr. des Lacs de Joux et de l'Orbe	*Lausanne* (Vd)	6
153.	Service de l'électricité de la ville de Lausanne	*Lausanne* (Vd)	6

		Beitragsstufe (Stimmenzahl)
154. Société anonyme l'Energie de l'Ouest Suisse (EOS) 29, avenue de la gare	*Lausanne* (Vd)	5
155. Elektrizitätswerk Lauterbrunnen	*Lauterbrunnen* (Bn)	3
156. Elektrizitätsgenossenschaft Leibstadt	*Leibstadt* (Arg)	1
157. Elektrizitätswerk der Einwohnergemeinde Lenzburg	*Lenzburg* (Arg)	2
158. Elektrizitätswerk Lenzerheide, Meisser & Co.	*Lenzerheide* (Grb)	2
159. Baur, Gloor, W. und J. Graf, Elektrizitätswerk	*Leutwil* (Arg)	1
160. Elektra Baselland	*Liestal* (Bld)	4
161. Elektrizitätswerk der Gemeinde Lindau (in Kempttal)	*Lindau* (Zch)	2
162. Elektrizitätswerk der Gemeinde Linthal	*Linthal* (Gl)	3
163. Società elettrica locarnese	*Locarno* (Tn)	4
164. Services industriels de la ville du Locle	*Le Locle* (Nch)	4
165. Compagnie du chemin de fer électrique de Loèche-les-Bains et des forces motrices de la Dala	*Loèche* (Val)	2
166. Elektrizitätswerk der Ortsgemeinde Lommis	*Lommis* (Thg)	1
167. Elektra Niederamt	*Lostorf* (Sol)	2
168. Officina elettrica comunale di Lugano	*Lugano* (Tn)	5
169. Services industriels de la commune de Lutry	*Lutry* (Vd)	2
170. Centralschweizerische Kraftwerke	*Luzern*	6
171. Elektrizitätswerk der Stadt Luzern	*Luzern*	5
172. Gemeindebetriebe Lyss	*Lyss* (Bn)	3
173. Elektrizitätsversorgung Madiswil	*Madiswil* (Bn)	1
174. Azienda Elettrica Magadino	*Magadino* (Tn)	2
175. Elektrizitätsversorgung der Gemeinde Magden	*Magden* (Arg)	1
176. Elektrizitätswerk Maienfeld, G. Jägers Erben Adresse: A.-G. für elektrische Installationen Ragaz	*Maienfeld* (Grb)	2
177. Steiners Söhne & Cie., Elektrizitätswerk	*Malters* (Luz)	2
178. Elektrizitätswerk Männedorf	*Männedorf* (Zch)	3
179. Elektrizitätsverwaltung der Ortsgemeinde Märstetten	*Märstetten* (Thg)	1
180. Elektrizitätskorporation Marthalen	*Marthalen* (Zch)	2
181. Services industriels de la ville de Martigny	*Martigny-Ville* (Val)	1
182. Elektra-Genossenschaft Märwil-Buch	*Märwil* (Thg)	1
183. Elektra Mattwil	*Mattwil* (Thg)	1
184. Elektrizitätswerk der Gemeinde Matzingen	*Matzingen* (Thg)	1
185. Elektrizitätswerk der Gemeinde Meilen	*Meilen* (Zch)	3
186. Elektrizitätswerk der Dorfgemeinde Meiringen	*Meiringen* (Bn)	3
187. Elektrizitätsgenossenschaft Mellingen	*Mellingen* (Arg)	1
188. Azienda elettrica comunale	*Mendrisio* (Tn)	2
189. Elektrizitätskommission Menziken	*Menziken* (Arg)	2
190. Meienberg-Müller A., Elektrizitätswerk	*Menzingen* (Zug)	1
191. Elektra Mettauertal und Umgebung	*Mettau* (Arg)	2
192. Elektrizitätswerk Mollis	*Mollis* (Gl)	2
193. Société pour l'Industrie chimique à Bâle, Usine de Monthey	*Monthey* (Val)	4
194. Elektrizitätswerk der Gemeinde	*Möriken* (Arg)	2
195. Municipalité de Moutier	*Moutier* (Bn)	3
196. Gemeinde Muhen	*Muhen* (Arg)	1
197. Elektrizitätskorporation Mühlebach-Köpplishaus	*Mühlebach* (Thg)	1
198. Elektrizitätsversorgung Müllheim	*Müllheim* (Thg)	1
199. Elektra Birseck	*Münchenstein* (Bld)	4
200. Elektra Münchwilen	*Münchwilen* (Thg)	1
201. Elektrizitätskommission der Gemeinde Münsingen	*Münsingen* (Bn)	2
202. Elektrizitätswerk Muri	*Muri* (Arg)	2
203. Städtisches Elektrizitätswerk Murten	*Murten* (Frb)	2
204. Elektrizitätswerk der Gemeinde Näfels	*Näfels* (Gl)	3
205. Elektrizitätsversorgung der Gemeinde Netstal	*Netstal* (Gl)	2

		Beitragsstufe (Stimmenzahl)
206. Electricité Neuchâteloise S. A.	*Neuchâtel*	3
207. Services industriels de la ville de Neuchâtel	*Neuchâtel*	5
208. Commune municipale de Neuveville	*Neuveville* (Bn)	2
209. Elektra der Gemeinde	*Niedererlinsbach* (Sol)	1
210. Kraftwerk der Einwohnergemeinde Niederlenz	*Niederlenz* (Arg)	2
211. Elektrizitätswerk der Gemeinde Niederurnen	*Niederurnen* (Gl)	3
212. Services industriels de la commune de Nyon	*Nyon* (Vd)	2
213. Elektrizitätswerk der Gemeinde Oberaach	*Oberaach* (Thg)	1
214. Elektrizitätskommission Oberentfelden	*Oberentfelden* (Arg)	2
215. Gebr. Probst, Elektrizitätswerk	*Obergerlafingen* (Sol)	2
216. Elektra Oberhof	*Oberhof* (Arg)	1
217. Elektrizitätswerk Oberillnau	*Oberillnau* (Zch)	1
218. Elektr. Verteilungsanlage Ober-Kulm	*Oberkulm* (Arg)	1
219. Elektrizitätswerk Oberschan	*Oberschan* (St G)	2
220. Elektrizitätsgenossenschaft Ober-Siggenthal	*Obersiggenthal* (Arg)	2
221. Gas-, Wasser- und Elektrizitätswerk der Gemeinde Oerlikon	*Oerlikon* (Zch)	3
222. Elektrizitätswerk der Gemeinde Oetwil a. S.	*Oetwil a. S.* (Zch)	2
223. Elektra Olsberg	*Olsberg* (Bld)	1
224. Elektrizitätsversorgung der Stadt Olten	*Olten* (Sol)	4
225. Elektrizitätswerk Olten-Aarburg A.-G.	*Olten* (Sol)	6
226. Licht- und Kraftanlage Opfikon	*Opfikon* (Zch)	2
227. Société des Usines de l'Orbe	*Orbe* (Vd)	3
228. Elektrizitätswerk der Gemeinde Otelfingen	*Otelfingen* (Zch)	1
229. Elektrizitätswerk der Gemeinde Pfäffikon	*Pfäffikon* (Zch)	2
230. Impresa elettrica comunale	*Poschiavo* (Grb)	2
231. Kraftwerke Brusio A.-G.	*Poschiavo* (Grb)	6
232. Services industriels de Pully	*Pully* (Vd)	2
233. Aktiengesellschaft für elektr. Beleuchtung in Ragaz	*Ragaz* (St G)	3
234. Elektra Räuchlisberg	*Räuchlisberg* (Thg)	1
235. Elektrizitätswerk Trins A.-G., Reichenau	*Reichenau* (Grb)	3
236. Elektrizitätswerk der Gemeinde Reichenburg	*Reichenburg* (Schw)	1
237. Elektrizitätskommission Reinach	*Reinach* (Arg)	2
238. Elektra Retschwil-Herlisberg	*Retschwil* (Luz)	1
239. Elektrizitätskorporation Reuti	*Reuti* b. Weinfelden (Thg)	1
240. Elektrizitätsversorgung der Gemeinde Rheinau	*Rheinau* (Zch)	1
241. Elektrizitätsversorgung	*Rheineck* (St G)	1
242. Kraftübertragungswerke Rheinfelden A.-G.	*Rheinfelden* (Arg)	2
243. Elektrizitätswerk der politischen Gemeinde Rickenbach	*Rickenbach* (Zch)	1
244. Elektrizitätsversorgung Riedern	*Riedern* (Gl)	1
245. Verwaltung der elektr. Anlage der Ortsgemeinde Riedt	*Riedt* b. Erlen (Thg)	1
246. Elektrische Anlage Ringgenberg	*Ringgenberg* (Bn)	1
247. Wasser- und Elektrizitätswerk Romanshorn	*Romanshorn* (Thg)	3
248. Städtisches Elektrizitätswerk	*Rorschach* (St G)	4
249. Elektra Rothacker-Grod	*Rothacker* (Sol)	1
250. Elektrizitätsversorgung Rothrist	*Rothrist* (Arg)	2
251. Elektrizitätsgenossenschaft Rümlang	*Rümlang* (Zch)	1
252. Baumann & Cie., Elektrizitätswerk Ermenswil-Eschenbach	*Rüti* (Zch)	2
253. Elektrizitätswerk der Gemeinde Rüti	*Rüti* (Zch)	3
254. Elektrizitätswerk der Einwohnergemeinde Safenwil	*Safenwil* (Arg)	2
255. Commune de La Sagne	*La Sagne* (Nch)	2
256. Usine électrique de la commune de Saignelégier	*Saignelégier* (Bn)	2
257. Gemeinde Salux	*Salux* (Grb)	1
258. Elektrizitätswerk der Gemeinde Samaden	*Samaden* (Grb)	2
259. Elektrizitätswerk der Gemeinde	*Says* (Grb)	1
260. Elektrizitätswerk des Kantons Schaffhausen	*Schaffhausen*	5

		Beitragsstufe (Stimmenzahl)
261. Elektrizitätswerk der Stadt Schaffhausen	*Schaffhausen*	5
262. Elektrizitätsversorgung Schafisheim	*Schafisheim* (Arg)	1
263. Elektrizitätswerk Schmerikon	*Schmerikon* (St G)	1
264. Jean Bürgis, Elektrizitätswerk	*Schönenberg* (Thg)	1
265. Elektrizitätsgesellschaft Schönenwerd	*Schönenwerd* (Sol)	3
266. Elektrizitätswerk Schuls	*Schuls* (Grb)	3
267. Elektrizitätswerk a. Niedernbach der Gemeinde Schwanden	*Schwanden* (Gl)	3
268. Elektrizitätswerk Schwyz (Bureau Hirschengraben 33, Luzern)	*Schwyz*	4
269. Licht- und Wasserwerke der Gemeinde Seebach . . .	*Seebach* (Zch)	2
270. Elektrizitätswerk Seon	*Seon* (Arg)	2
271. Wasser- und Elektrizitätswerk Sevelen	*Sevelen* (St G)	2
272. Wirth & Co., Spinnerei, Weberei und Elektrizitätswerk .	*Siebnen* (Schw)	2
273. Services industriels de la commune de Sierre . . .	*Sierre* (Val)	4
274. Elektrizitäts-Versorgung Sils	*Sils i. D.* (Grb)	1
275. Services industriels de la commune de Sion	*Sion* (Val)	4
276. Wasser- und Elektrizitätswerk Sirnach	*Sirnach* (Thg)	2
277. Gesellschaft des Aare- und Emmenkanals A.-G. . . .	*Solothurn*	5
278. Städtisches Elektrizitätswerk	*Solothurn*	4
279. S. A. Electrique et Immobilière de Sonceboz	*Sonceboz* (Bn)	2
280. Strassenbahn St. Gallen-Speicher-Trogen	*Speicher* (App A-R)	2
281. Elektra Stachen, Feilen und Speiserslehn	*Stachen* (Thg)	1
282. Elektrizitätswerk Stäfa	*Stäfa* (Zch)	2
283. Elektrische Bahn Stansstad-Engelberg	*Stansstad* (Ndw)	3
284. Elektrizitätskommission Staufen	*Staufen* (Arg)	1
285. Elektrizitätswerk Steckborn	*Steckborn* (Thg)	2
286. Elektrizitätswerk der Gemeinde Steinach	*Steinach* (St G)	1
287. Elektrizitätswerk der Gemeinde Stettfurt	*Stettfurt* (Thg)	1
288. Bierbrauerei Schützengarten A.-G.	*St. Gallen*	3
289. Elektrizitätswerk der Stadt St. Gallen	*St. Gallen*	6
290. St. Gallisch-Appenz. Kraftwerke A.-G., Pestalozzistr. 6 .	*St. Gallen*	6
291. Services industriels de la municipalité de St-Imier . .	*St-Imier* (Bn)	4
292. Société des forces électriques de la Goule	*St-Imier* (Bn)	5
293. Elektrizitätswerk der Gemeinde St. Moritz	*St. Moritz* (Grb)	3
294. Einwohnergemeinde Strengelbach	*Strengelbach* (Arg)	2
295. Elektrizitätswerk der Einwohnergemeinde Suhr . . .	*Suhr* (Arg)	2
296. Elektrizitätswerk der Ortsgemeinde Sulgen	*Sulgen* (Thg)	1
297. Société Romande d'électricité	*Territet* (Vd)	6
298. Elektrizitätswerk der Gemeinde Teufenthal	*Teufenthal* (Arg)	1
299. Elektrizitätsversorgung der Gemeinde Thal	*Thal* (St G)	2
300. Licht- und Wasserwerke Thun	*Thun* (Bn)	4
301. Rhätische Werke für Elektrizität	*Thusis* (Grb)	5
302. Elektrizitätswerk der Ortsgemeinde Tobel	*Tobel* (Thg)	1
303. Service d'électricité de la commune de Travers . . .	*Travers* (Nch)	2
304. Elektrizitätsversorgung Trimbach	*Trimbach* (Sol)	2
305. Elektrizitätswerk der Gemeinde Trimmis	*Trimmis* (Grb)	1
306. Elektrizitätswerk der Gemeinde Tuggen	*Tuggen* (Schw)	1
307. B. A. G. Bronzewarenfabrik A.-G.	*Turgi* (Arg)	2
308. Elektra der Gemeinde Uerkheim	*Uerkheim* (Arg)	2
309. Elektrizitätswerk Uetikon	*Uetikon* (Zch)	2
310. Elektrizitätswerk der Zivilgemeinde Unterillnau . . .	*Unterillnau* (Zch)	1
311. Elektrizitätswerk Unterkulm	*Unterkulm* (Arg)	1
312. Elektrizitätsgenossenschaft Untersiggenthal	*Untersiggenthal* (Arg)	1
313. Elektrizitätsversorgung der Gemeinde Untervaz . . .	*Untervaz* (Grb)	1
314. Elektrizitätswerk Urnäsch A.-G.	*Urnäsch* (App A-R)	3
315. Gas- und Elektrizitätswerk Uster	*Uster* (Zch)	3

		Beitragsstufe (Stimmenzahl)
316. Elektrizitätswerk Uznach	*Uznach* (St G)	2
317. Commune de Valangin	*Valangin* (Nch)	1
318. Société Hydro-Electrique (p. Adr. M. Ch. Bieri, directeur Monthey)	*Val d'Illiez* (Val)	1
319. Société électrique du Châtelard	*Vallorbe* (Vd)	3
320. Service d'Electricité de la commune de Verrières	*Les Verrières* (Nch)	2
321. Elektra Villmergen	*Villmergen* (Arg)	1
322. Elektrizitäts-Genossenschaft Villnachern	*Villnachern* (Arg)	1
323. A. Bon A.-G.	*Vitznau* (Luz)	2
324. Hotelgesellschaft Waldhaus Vulpera A.-G.	*Vulpera* (Grb)	1
325. Elektrizitätswerk der Gemeinde Wald	*Wald* (Zch)	3
326. Wasser- und Lichtversorgung Wallenstadt	*Wallenstadt* (St G)	2
327. Elektrizitätswerk der Gemeinde Wallisellen	*Wallisellen* (Zch)	3
328. Elektrische Licht- und Kraftversorgung A.-G.	*Walzenhausen* (App)	2
329. Elektrizitätswerk der Gemeinde Wängi	*Wängi* (Thg)	2
330. Wasser- und Elektrizitätswerk Wattwil	*Wattwil* (St G)	2
331. Altmann & Co., Elektrische Zentrale	*Weesen* (St G)	1
332. Elektrizitätsgenossenschaft Weiach	*Weiach* (Zch)	1
333. Elektrizitätswerk Weinfelden	*Weinfelden* (Thg)	3
334. Elektrizitätsversorgung Weite-Fontnas	*Weite* (St G)	1
335. Elektrizitätswerk Wettingen	*Wettingen* (Arg)	2
336. Elektrizitätswerk Wetzikon	*Wetzikon* (Zch)	3
337. Elektrizitätswerk Wiesendangen	*Wiesendangen* (Zch)	1
338. Elektrizitätswerk der Gemeinde Wiezikon	*Wiezikon* (Thg)	1
339. Elektrizitätswerk der Ortsgemeinde Wigoltingen	*Wigoltingen* (Thg)	1
340. Gas- und Elektrizitätswerk Wil	*Wil* (St G)	3
341. Elektrizitätsversorgung Wildensbuch	*Wildensbuch* (Zch)	1
342. Elektrizitätswerk der Gemeinde Windisch	*Windisch* (Arg)	2
343. Elektrizitätswerk der Stadt Winterthur	*Winterthur* (Zch)	5
344. Elektra Wittnau	*Wittnau* (Arg)	2
345. Elektrizitätswerk Wohlen	*Wohlen* (Arg)	3
346. Beleuchtungskorporation Wolfhalden	*Wolfhalden* (App A-R)	1
347. Elektra Wölflinswil	*Wölflinswil* (Arg)	1
348. Société de l'usine électrique des Clées	*Yverdon* (Vd)	4
349. Elektra der Einwohnergemeinde Zeiningen	*Zeiningen* (Arg)	1
350. Elektrizitätswerk Zermatt	*Zermatt* (Val)	2
351. Licht- und Wasserwerke Zofingen	*Zofingen* (Arg)	3
352. Elektrizitätswerk der Gemeinde Zollikon	*Zollikon* (Zch)	2
353. Wasserwerke Zug A.-G.	*Zug*	4
354. Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, Schöntalgasse 8	*Zürich 4*	6
355. Elektrizitätswerk der Stadt Zürich, Beatenplatz 1	*Zürich 1*	6

b) **Sonstige Kollektivmitglieder.** — *b)* **Les autres membres collectifs.**		Beitragsstufe (Stimmenzahl)
356. Aarau-Schöftland-Bahn	*Aarau*	3
357. Glühlampenwerke Aarau A.-G.	*Aarau*	3
358. A.-G. Kummler & Matter, Elektrische Unternehmungen und Maschinenfabrik	*Aarau*	4
359. Landolt-Frey Ch., elektr. Installationsgeschäft	*Aarau*	1
360. „Maxim" A.-G., Fabrik thermoelektrischer Apparate	*Aarau*	3
361. Sprecher & Schuh, A.-G., Fabrik elektr. Apparate	*Aarau*	4
362. Elektrizitätsgenossenschaft	*Allenwinden* (Zug)	1
363. Schweiz. Draht- und Gummiwerke A.-G.	*Altdorf* (Uri)	3
364. Elektrizitätsversorgung Altendorf	*Altendorf* (Schwyz)	2
365. Rheintalische Strassenbahnen A.-G.	*Altstätten* (St G)	2
366. „Micafil" A.-G.	*Altstetten* (Zch)	4
367. Waser Söhne & Co., zur Werdmühle	*Altstetten* (Zch)	2
368. Schwarz B., elektromech. Werkstätte	*Amriswil* (Thg)	1
369. Elektrizitätswerk Ursern	*Andermatt* (Uri)	3
370. Meyer-Kreis C., elektrische Anlagen	*Arbon* (Thg)	1
371. Elektra Ottoberg-Boltshausen-Bachtobel	*Bachtobel* (Thg)	1
372. Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Co.	*Baden* (Arg)	6
373. Motor-Columbus, A.-G. für elektrische Unternehmungen	*Baden* (Arg)	6
374. Züllig & Cie., elektr. Unternehmungen, Bruggerstr. 6	*Baden* (Arg)	1
375. Bollinger Ernst, elektr. Licht- und Kraftanlagen	*Balsthal* (Sol)	1
376. Cellulose- und Papierfabrik	*Balsthal* (Sol)	3
377. Camille Bauer, elektrotech. Bedarfsartikel, Dornacherstr. 18	*Basel*	3
378. Bretscher Söhne & Cie., elektr. Installationsgeschäft, Breisacherstrasse 120	*Basel*	1
379. A.-G. Albert Buss & Cie., Gesellschaft für Eisenkonstruktionen, Aeschengraben 24	*Basel*	2
380. Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, vorm. Probst & Cie., Dornacherstr. 25	*Basel*	2
381. Fabrik elektr. Apparate, Fr. Sauter A.-G., Schorenweg	*Basel*	4
382. Haefely Emil & Cie., A.-G., Fabrik elektrotechn. Isoliermaterialien, Lehenmattweg 353	*Basel*	4
383. Klingelfuss & Co. Fr., elektrotechn. Fabrik, Petersgasse 7	*Basel*	2
384. Kriegel & Schaffner, elektrotechnische Unternehmungen, Aeschenvorstadt 21	*Basel*	2
385. G. Levy & Cie., elektrotechn. Bedarfsartikel, Dreispitz	*Basel*	2
386. Levy Fils, Lampenfabrik, Lothringerstr. 165	*Basel*	3
387. Meidinger G. & Co., Spezialfabrik für Elektromotoren, Maiengasse 12	*Basel*	4
388. Merz Bernh., elektrotechn. Installationen, Steinentorstr. 24	*Basel*	1
389. Moser, Glaser & Co., Spezialfabrik für Transformatoren, elektrotechnische Bedarfsartikel, Pfeffingerstr. 61	*Basel*	2
390. Ritter & Uhlmann A.-G., Bronzewarenfabrik und elektrische Installationen, Clarastr. 4	*Basel*	2
391. Schachenmann & Cie., Installationsgeschäft, Turnerstr. 34	*Basel*	2
392. Schneller J., elektrotechnisches Installationsgeschäft, St. Albanthal 22	*Basel*	1
393. Schweiz. Eisenbahnbank, Malzgasse 32	*Basel*	6
394. Schweiz. Gesellschaft für elektrische Industrie, Aeschengraben 9	*Basel*	6
395. Elektrizitätswerk Bassersdorf	*Bassersdorf* (Zch)	1
396. Kalk- und Zementfabriken Beckenried A.-G.	*Beckenried* (Nidw)	2
397. Verband Deutscher Elektrotechn. Porzellanfabriken, Viktoria Luiseplatz 11	*Berlin W 30*	1

			Beitragsstufe (Stimmenzahl)
398.	A.-G. für Schaltapparate, Gergergasse 27	*Bern*	3
399.	Eidg. Amt für Wasserwirtschaft	*Bern*	1
400.	Furrer & Frey, Ingenieurbureau, Thunstr. 39	*Bern*	1
401.	Hasler A.-G., vorm. Telegraphenwerkstätte von G. Hasler in Bern, Schwarztorstr. 50—52	*Bern*	3
402.	Baudirektion des Kantons Bern, Technische Abteilung des Wasserrechtsamtes, Rathausplatz 1	*Bern*	1
403.	Messerli G., elektr. Installationsgeschäft, Zeughausstr. 24	*Bern*	1
404.	Elektra Berneck	*Berneck* (St G)	1
405.	Elektrizitätsunternehmung Bettwil	*Bettwil* (Arg)	1
406.	Service électrique de la commune de Bevaix	*Bevaix* (Nch)	2
407.	Société des forces motrices de l'Avançon	*Bex* (Vd)	4
408.	Papierfabrik Biberist	*Biberist* (Sol)	2
409.	Vereinigte Drahtwerke A.-G.	*Biel* (Bn)	3
410.	Elektrizitätsgenossenschaft	*Birmenstorf* (Arg)	1
411.	Baier Adolf, Elektromaschinenbau und mech. Werkstätte	*Birsfelden* (Bld)	2
412.	Elektrische Anlage Blumenstein	*Blumenstein* (Bn)	1
413.	Service d'électricité de la commune de Boudry	*Boudry* (Nch)	3
414.	Kabelfabrik A.-G. vorm. Otto Bondy	*Bratislava* (Böhmen)	3
415.	Azienda elettrica comunale	*Breganzona* (Tn)	1
416.	Bremgarten-Dietikon-Bahn A.-G.	*Bremgarten* (Arg)	3
417.	Elektrizitätskommission der Gemeinde Brienz	*Brienz* (Grb)	1
418.	Elektrische Anlage Brienzwiler	*Brienzwiler* (Bn)	1
419.	Peter, Cailler, Kohler Chocolats Suisses S. A., Usine de Broc	*Broc* (Frb)	4
420.	Kabelwerke Brugg A.-G.	*Brugg* (Arg)	4
421.	Zwicky-Steinmann E., Installationsgeschäft	*Brunnen* (Schw)	1
422.	Elektrizitätswerk der Gemeinde Brütten	*Brütten* (Zch)	1
423.	Elektrizitätswerk Brüttisellen	*Brüttisellen* (Zch)	1
424.	Union des Exploitations Electriques en Belgique, 158, rue Royale	*Bruxelles* (Belg)	1
425.	Widmer Hans, Installationsgeschäft	*Buchs* (St G)	1
426.	Elektrizitätsgenossenschaft Buhwil	*Buhwil* b. Sulgen (Thg)	1
427.	Wacht-Korporation Bundt	*Bundt* b. Lichtensteig (St G)	1
428.	Schuhfabrik A.-G. in Buochs	*Buochs* (Nidw)	2
429.	Elektrizitätswerk Arnold & Co.	*Büron* (Luz)	1
430.	Clemente Tamoni	*Cama* (Grb)	1
431.	Galezia-Semadeni Dom., Elettricista	*Campocologno* (Grb)	1
432.	Antonin & Cie, elektr. Installationen	*La Chaux-de-Fonds*	1
433.	Commune de Chézard-St. Martin	*Chézard-St. Martin* (Nch)	1
434.	Isolit S.-A.	*Chiasso*	2
435.	Direktion der Rhätischen Bahn	*Chur* (Grb)	2
436.	Elektrizitätswerk Churwalden A.-G.	*Churwalden* (Grb)	2
437.	Commune de Coffrane	*Coffrane* (Nch)	1
438.	Commune de Cortaillod	*Cortaillod* (Nch)	2
439.	Société d'exploitation des câbles électriques, système Berthoud, Borel & Cie.	*Cortaillod* (Nch)	5
440.	S. A. des Câbleries et Tréfileries	*Cossonay* (Vd)	5
441.	Service d'électricité de la commune de Couvet	*Couvet* (Nch)	3
442	M. Bundi & J. A. Pally, Elektrizitätswerk	*Curaglia* (Grb)	1
443.	Centrale Elettrica Cima	*Dangio* (Tn)	2
444.	Services Industriels de la Municipalité de Delémont	*Delémont* (Bn)	3
445.	Elektrizitätskorporation Dettighofen	*Dettighofen* b. Frauenfeld (Thg)	1
446.	Elektrizitätsversorgung Diessenhofen	*Diessenhofen* (Thg)	2
447.	Gauch-Oetiker Chr., elektr. Anlagen	*Dietikon* (Zch)	1

		Beitragsstufe (Stimmenzahl)
448. Rutschmann E., elektrotechnische Werkstätte . . .	*Dübendorf* (Zch)	1
449. Kreis A. & Cie., elektr. Unternehmungen u. techn. Bureau	*Ebnat-Kappel* (St G)	1
450. Elektra Ehrendingen	*Ehrendingen* (Arg)	2
451. Elektrizitätswerk der Zivilgemeinde Elgg	*Elgg* (Zch)	2
452. Elektrizitätsgenossenschaft Embrach	*Embrach* (Zch)	2
453. Elektrizitätswerk Ermatingen	*Ermatingen* (Thg)	2
454. Associazione Cooperativa per l'illuminazione elettrica .	*Faido* (Tn)	2
455. Elektrizitätswerk Fällanden	*Fällanden* (Zch)	1
456. Genossenschaft Elektra Fislisbach	*Fislisbach* (Arg)	1
457. Elektrizitätswerk Flims A.-G.	*Flims* (Grb)	3
458. Elektrizitätskorporation Frasnacht-Steineloh	*Frasnacht* (Thg)	1
459. Société Générale des Condensateurs Electriques . .	*Fribourg*	3
460. Elektrizitätswerk Fruthwilen	*Fruthwilen* (Thg)	1
461. Vérolet Adrien, Bureau technique	*Fully* (Val)	1
462. Elektrizitätswerk Furth	*Furth* (Grb)	1
463. Società Elettrica di Fusio	*Fusio* (Tn)	1
464. Appareillage Gardy S. A., Jonction	*Genève*	4
465. Ateliers H. Cuénod S. A., Châtelaine.	*Genève*	3
466. Compagnie pour la fabrication des compteurs et matériels d'usines à gaz, Châtelaine	*Genève*	2
467. Martin Albert, ingénieur constructeur, Acacias . . .	*Genève*	2
468. S.A. Phoebus, Comp. industrielle pour le Développement de l'Eclairage, 2, rue Rôtisserie	*Genève*	2
469. S. A. des Ateliers de Sécheron	*Genève*	5
470. Société des Compteurs S. J. P., S. A., 8, rue des Vieux Grenadiers	*Genève*	3
471. Thélin A. & Cie. S. A., articles électrotechn. en gros, 20, rue du Stand	*Genève*	1
472. Ardor A.-G.	*Giubiasco* (Tn)	1
473. Baebler H., elektr. Installationsgeschäft	*Glarus*	1
474. Licht- und Kraftwerke Glattfelden	*Glattfelden* (Zch)	2
475. Elektra Goldach	*Goldach* (St G)	2
476. „Licht" A.-G., Vereinigte Glühlampenfabriken	*Goldau* (Schw)	4
477. Gemeinde-Elektrizitätswerk Gottlieben	*Gottlieben* (Thg)	1
478. Birreria Tognola & Cie.	*Grono* (Grb)	1
479. Jost Johann, Lichtanlage	*Grüsch* (Grb)	1
480. Elektra Untergäu	*Hägendorf* (Sol)	2
481. Gemeinde Haldenstein	*Haldenstein* (Grb)	1
482. Elektra Happerswil	*Happerswil* (Thg)	1
483. Commune des Hauts-Geneveys	*Les Hauts-Geneveys* (Nch)	1
484. Elektrizitätswerkgenossenschaft Herdern	*Herdern* (Thg)	1
485. Rechsteiner & Graf, Bau elektr. Anlagen	*Herisau* (App A-R)	1
486. Suhner & Co., Draht-, Kabel- und Gummiwerke . . .	*Herisau* (App A-R)	3
487. Feller Adolf, Nachfolger von David Bollier	*Horgen* (Zch)	3
488. Elektrizitätsgenossenschaft Ober-Hünenberg	*Hünenberg* (Zug)	2
489. Elektrizitätswerk Igels	*Igels* (Grb)	1
490. Kraftwerke Oberhasli A.-G.	*Innertkirchen* (Bn)	5
491. Kirchhoff A., Ing., Projektierung und Bau elektr. Anlagen	*Interlaken* (Bn)	1
492. Parquet- und Châlet-Fabrik Interlaken	*Interlaken* (Bn)	2
493. Elektrizitätswerk der Ortsgemeinde Islikon	*Islikon* (Thg)	1
494. Gemeinde Jenins	*Jenins* (Grb)	1
495. Dorfverwaltung Kappel	*Kappel* (St G)	2
496. Elektrizitätswerk der Gemeinde Kirchberg	*Kirchberg* (Bn)	2
497. Stuber Louis, elektrotechnische Unternehmungen . . .	*Kirchberg* (Bn)	1
498. Elektrische Korporation Klarsreuti	*Klarsreuti* (Thg)	1

			Beitragsstufe (Stimmenzahl)
499.	Elektra-Korporation Moorwilen und Umgebung . . .	*Klösterli-Mammern* (Thg)	1
500.	Elektrizitätswerk Koblenz	*Koblenz* (Arg)	1
501.	Roesch Gebrüder, Fabrik elektrischer Apparate . . .	*Koblenz* (Arg)	2
502.	Elektrizitätskommission Kopenhagen, Vesterbrogade 40 .	*Kopenhagen V* (Dänem.)	1
503.	A.-G. der Maschinenfabrik vorm. Theodor Bell & Co. .	*Kriens* (Luz)	3
504.	„Calora“ A.-G., Fabrik elektr. Wärmeapparate	*Küsnacht* (Zch)	3
505.	Soler Chr., Elektrizitätswerk Laax	*Laax* (Grb)	1
506.	Service d'électricité de la commune de Landeron-Combes	*Landeron* (Nch)	2
507.	Elektra Landschlacht	*Landschlacht* (Thg)	1
508.	Porzellanfabrik Langenthal A.-G.	*Langenthal* (Bn)	3
509.	Spychiger August, Imprägnieranstalt	*Langenthal* (Bn)	1
510.	Mauerhofer & Zuber, elektr. Unternehmungen	*Langnau* (Bn)	2
511.	Genossenschaft für elektr. Beleuchtung	*Langwies* (Grb)	1
512.	Hegi Fritz, elektr. Installationen	*Laufenburg*	1
513.	Ateliers de construction Oerlikon, Bureau de Lausanne, Gare du Flon	*Lausanne* (Vd)	2
514.	Blumenthal frères, matériel électrique en gros, 16, Côte Montbenon	*Lausanne* (Vd)	3
515.	Fauconnet E., fourniture générale pour Entreprises électriques, 19, avenue d'Ouchy	*Lausanne* (Vd)	1
516.	Kappeler H., fournitures électrotechn., 2, Grand Pont .	*Lausanne* (Vd)	1
517.	Sovrastanza Politica del Comune di Leggia	*Leggia* (Grb)	1
518.	Elektrizitätswerk der Ortsgemeinde	*Leimbach* b. Sulgen (Thg)	1
519.	Bratschi Arthur, Installationsgeschäft	*Lengnau* b. Biel (Bn)	1
520.	Elektrizitätswerk der Gemeinde Lenz	*Lenz* (Grb)	1
521.	Gysin-Debrunner, elektr. Anlagen, Gasstr. 23	*Liestal* (Bld)	1
522.	Prométhée, Fabrik elektr. Heiz- und Kochapparate, Liestal und Cortaillod	*Liestal*	3
523.	Fabriques Zénith	*Le Locle* (Nch)	2
524.	Sovrastanza Comunale di Lostallo	*Lostallo* (Grb)	1
525.	Elektrizitätswerk der Gemeinde Lüen	*Lüen* (Grb)	2
526.	Eredi fu Domenico Franzi, 123, Via Serafino Balestra .	*Lugano* (Tn)	1
527.	Società Elettrotecnica Morandi & Balisti, Via Pessina 20	*Lugano* (Tn)	1
528.	Elektrizitätswerk der Gemeinde Lumbrein	*Lumbrein* (Grb)	1
529.	Virgilio de Gottardi, Azienda elettrica	*Lumino* (Tn)	1
530.	Elektra Luthern	*Luthern* (Luz)	1
531.	Sonderegger Fritz, Jngenieur, Techn. Bureau	*Lutzenberg* (St G)	1
532.	Albrecht A., elektrotechnisches Installationsgeschäft, Wesemlinstrasse 1	*Luzern*	1
533.	Bauabteilung Kreis II der S.B.B., elektrische Anlagen . .	*Luzern*	1
534.	Gebr. Ehrenberg, Fabrik elektr. Apparate, Bernstrasse 35	*Luzern*	2
535.	Internationale Siegwartbalken-Gesellschaft	*Luzern*	3
536.	Müller Jb. & Cie., elektr. Apparatebau, Vonmattstr. 42 .	*Luzern*	2
537.	Salvis A.-G., Fabrik elektrischer Apparate	*Luzern*	3
538.	Schindler & Cie., Aufzüge und Maschinenfabrik . . .	*Luzern*	3
539.	Weber E., Fabrikation elektr. Bedarfsartikel, Blumenrain 10	*Luzern*	1
540.	Officina elettrica Malserhaide . . . . Vertreter in der Schweiz: Gemeindeamt Sta. Maria (Grb)	*Malles* (Val Venosta) Ital.	1
541.	Elektrizitätsnetz Mannenbach	*Mannenbach* (Tg)	1
542.	Commune de Massongex	*Massongex* (Val)	1
543.	Elektrizitätswerk der Gemeinde Matt	*Matt* (Gl)	1
544.	Elektrowerke Reichenbach A.-G., Verwaltung Hirschmattstrasse 32, Luzern	*Meiringen* (Bn)	3
545.	Elektragenossenschaft Mellikon	*Mellikon* (Arg)	1
546.	Società della ferrovia Elettrica Bellinzona-Mesocco . .	*Mesocco* (Grb)	3

		Beitragsstufe (Stimmenzahl)
547. Azienda elettrica comunale	*Mesocco* (Grb)	1
548. Vereinigte Elektrizitäts-Korporation der Munizipalgemeinden Felben-Hüttlingen	*Mettendorf* (Thg)	2
549. Elektra Mettlen	*Mettlen* (Thg)	1
550. Associazione Elettrotecnica Italiana, Sezione di Milano, 10, Via S. Paolo	*Milano* (Italia)	1
551. Elektrizitätswerk der Gemeinde Molinis	*Molinis* (Grb)	1
552. Société d'Electricité à Morgins	*Morgins* (Val)	1
553. Elektrizitätsversorgung Mörschwil	*Mörschwil* (St G)	2
554. Elektrizitätsgenossenschaft Mülligen	*Mülligen* (Arg)	1
555. Elektrizitätswerk Münster	*Münster* (Wallis)	1
556. Elektrizitäts-Korporation Muolen	*Muolen* (St G)	1
557. Spinnerei Murg A.-G.	*Murg* (St G)	3
558. Gemeinderat Mutten	*Mutten* (Grb)	2
559. Compagnie des Tramways de Neuchâtel	*Neuchâtel*	3
560. Entreprise électrique V[ve] A. Kuffer	*Neuchâtel*	1
561. Suchard S. A.	*Neuchâtel*	3
562. Maschinenfabrik Bucher-Guyer	*Niederweningen* (Zch)	1
563. Elektr. Licht- und Kraftgenossenschaft	*Niederwil* (Arg)	1
564. Société du Plan de l'Eau (pr. adr. M. Berner, directeur)	*Noiraigue* (Nch)	3
565. Elektra Oberegg	*Oberegg* (App I-R)	2
566. Elektrizitätswerk Obervaz	*Obervaz* (Grb)	2
567. Elektrizitätswerk der Gemeinde	*Oberwil* (Arg)	1
568. Elektrizitätswerk Obstalden	*Obstalden* (Gl)	2
569. Akkumulatoren-Fabrik Oerlikon A.-G.	*Oerlikon* (Zch)	4
570. Bachmann & Kleiner A.-G., elektromechanische Werkstätte	*Oerlikon* (Zch)	3
571. Elektr. Strassenbahn Zürich-Oerlikon-Seebach	*Oerlikon* (Zch)	4
572. Maschinenfabrik Oerlikon	*Oerlikon* (Zch)	6
573. Elektrizitätskommission Oftringen	*Oftringen* (Arg)	2
574. Norges Vassdrags-og Elektrizitetsdirektoratat, Regjeringsbygningen	*Oslo* (Norw.)	1
575. Norske Elektricitetsverkers Forening, Kronprinsensgaten 19	*Oslo* (Norw.)	1
576. Zent A.-G.	*Ostermundigen* (Bn)	2
577. Mech. Seidenstoffweberei Zürich, Fabrik in Ottenbach	*Ottenbach* (Zch)	1
578. Schamann & Berger, Elektrizitätswerk	*Pardisla* (Grb)	1
579. Compagnie Générale d'électricité, Service Brevets et Documentation, 54, rue de la Boëtie	*Paris* (France)	5
580. Compagnie Générale d'Entreprises électriques S. A., 16, rue de la Baume	*Paris 8e* (France)	4
581. Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique, 26, rue de la Baume	*Paris 8e* (France)	1
582. Gemeinde Peist	*Peist* (Grb)	1
583. Commune de Peseux	*Peseux* (Nch)	2
584. Huber R. & E., A.-G., Draht- und Kabelfabrik	*Pfäffikon* (Zch)	4
585. Elektrische Lichtanlage	*Praden* (Grb)	1
586. Elektrizitätswerk Promontogno, G. Scartazzini & Cie.	*Promontogno* (Grb)	1
587. Reichler Fritz, Elektro-Installateur	*Pruntrut* (Bn)	1
588. Aktiengesellschaft der Bad- und Kuranstalten Ragaz-Pfäfers	*Ragaz* (St G)	3
589. Presspan- und Isoliermaterialien-Werke für Elektrotechnik, vorm. H. Weidmann A.-G.	*Rapperswil* (St G)	3
590. Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt A.-G.	*Rheinfelden*	5
591. Rüegg Albert, Installationsgeschäft	*Riedt* b. Erlen (Thg)	1
592. Elektra Ringenzeichen	*Ringenzeichen-Egnach* (Thg)	1
593. Elektrizitätsgenossenschaft Riniken	*Riniken* (Arg)	1

			Beitragsstufe (Stimmenzahl)
594.	Elektrizitätsgenossenschaft Römerswil	*Römerswil* (Luz)	2
595.	Elektrakommission der pol. Gemeinde Rorschacherberg	*Rorschacherberg* (St G)	2
596	Dorfbeleuchtungskorporation Rothenhausen	*Rothenhausen* (Thg)	1
597.	Municipalità di Roveredo	*Roveredo* (Grb)	1
598.	Gemeinderat Rüthi	*Rüthi* (Rheintal)	1
599.	Elektr. Licht- und Kraft-Versorgung Salenstein	*Salenstein* (Thg)	1
600.	Commune de Savagnier	*Savagnier* (Nch)	1
601.	Gemeinde Savognin	*Savognin* (Grb)	1
602.	Lang & Co. E., Elektro-Installateure	*Schaffhausen*	1
603.	Carl Maier & Cie., Fabrik elektr. Apparate, Industriestrasse	*Schaffhausen*	3
604.	Monhardt W., mechan. und elektrotechn. Werkstätte	*Schaffhausen*	2
605.	Elektrizitätsversorgung der politischen Gemeinde	*Scharans* (Grb)	1
606.	Evangelische Lehranstalt	*Schiers* (Grb)	1
607.	Schweiz. Wagonsfabrik Schlieren A.-G.	*Schlieren* (Zch)	3
608.	Elektrizitätskorporation Schocherswil	*Schocherswil* (Thg)	1
609.	Gemeinderat Schöftland	*Schöftland* (Arg)	2
610.	Elektrizitätsversorgung der Gemeinde	*Schübelbach* (Schw)	1
611.	Tarasp-Schulser-Gesellschaft	*Schuls* (Grb)	2
612.	„Therma", Fabrik für elektrische Heizung A.-G.	*Schwanden* (Gl)	4
613.	Elektrische Installationen	*Sedrun* (Grb)	1
614.	Porzellanfabrik Ph. Rosenthal & Co., A.-G., Abt. E	*Selb* (Bayern)	3
615.	Bund der Elektrizitätswerke in den angeschlossenen Gebieten Rumäniens	*Sibiu* (Hermannstadt) Rumänien	1
616.	Rauscher & Stöcklin, Fabrik elektr. Apparate	*Sissach* (Bld)	3
617.	Commissione della Luce Elettrica	*Soazza* (Grb)	1
618.	Ghielmetti Fr. & Cie., elektrische Apparate	*Solothurn*	2
619.	Kommission der Elektrizitätsversorgung Spreitenbach	*Spreitenbach* (Arg)	1
620.	Société d'Electricité de la commune de St-Aubin-Sauges	*St-Aubin* (Nch)	2
621.	Commune de St-Blaise	*St-Blaise* (Nch)	2
622.	Elektrizitätswerk Stampa	*Stampa* (Grb)	1
623.	Draht- und Kabelwerke Stein a. Rh. A.-G.	*Stein a. Rh.* (Scha)	2
624.	Binder & Richi, Installationsgeschäft und techn. Bureau	*St. Gallen*	3
625.	Grossenbacher E. & Co., elektrotechn. Unternehmungen	*St. Gallen*	2
626.	Fabrique d'appareils électriques Chasseral S. A.	*St-Imier* (Bn)	3
627.	Service d'électricité de la commune de St-Maurice	*St-Maurice* (Val)	1
628.	Koller Ed., elektr. Anlagen	*St. Moritz* (Grb)	1
629.	Licht- und Kraftversorgung St. Peter	*St. Peter* (Grb)	1
630.	Gemeinde Stürvis	*Stürvis* (Grb)	1
631.	Azienda elettrica communale	*S. Vittore* (Grb)	1
632.	Straub Ed., jun., Installationsgeschäft	*Sulgen* (Thg)	1
633.	Gemeinde Sulz	*Sulz* (Arg)	1
634.	Elektrizitätsgenossenschaft Tägerschen	*Tägerschen* (Thg)	1
635.	Elektrizitätswerk Tägerwilen	*Tägerwilen* (Thg)	2
636.	Ferrovia elettrica Lugano-Tesserete	*Tesserete* (Tn)	1
637.	Schröder Walter, O M., Vertretungen, alte Landstr. 181	*Thalwil*	3
638.	Eidgenössische Konstruktionswerkstätte	*Thun* (Bn)	3
639.	Schweiz. Metallwerke Selve & Cie.	*Thun* (Bn)	3
640.	Gemeinde Tiefencastel	*Tiefencastel* (Grb)	1
641.	Elektrizitätswerk der Gemeinde Tinzen	*Tinzen* (Grb)	1
642.	Fratelli Trefogli	*Torricella* (Tn)	1
643.	Service électrique de la Commune de Tramelan-dessus	*Tramelan-dessus* (Bn)	2
644.	Gemeinde Tschiertschen	*Tschiertschen* (Grb)	1
645.	Aktiengesellschaft vormals E. Kappeler-Bebié	*Turgi* (Arg)	3
646.	Elektrizitätsversorgung der Gemeinde Turtmann	*Turtmann* (Val)	1
647.	Elektrizitätsgenossenschaft Tuttwil-Krillberg	*Tuttwil-Krillberg* (Thg)	1

		Beitragsstufe (Stimmenzahl)
648. Elektra Uesslingen	*Uesslingen* (Thg)	1
649. Elektrizitätswerk Uezwil	*Uezwil* (Arg)	1
650. Tavannes Watch Co. S. A.	*Undervelier* (Bn)	1
651. Elektra Unteriberg	*Unteriberg* (Schw)	2
652. Zellweger A.-G., Fabrik elektr. Maschinen und Apparate	*Uster* (Zch)	3
653. Elektrizitätswerk der Gemeinde Uttwil	*Uttwil* (Thg)	2
654. Aktiengesellschaft E. Schubiger & Co.	*Uznach* (St G)	2
655. Elektrizitätswerk Vals	*Vals* (Grb)	1
656. Ateliers de constructions mécaniques S. A.	*Vevey* (Vd)	3
657. Elektrizitätswerk des Hotels „Helvetia"	*Vicosoprano* (Grb)	1
658. Elektrizitätswerk Vigens	*Vigens* (Grb)	1
659. Commune de Fenin-Vilars-Saules	*Vilars* (Nch)	1
660. Elektrizitätswerk Villa	*Villa* (Grb)	2
661. Elektrizitätswerk Vordemwald	*Vordemwald* (Arg)	2
662. Elektrizitätsversorgung der Gemeinde Wagenhausen .	*Wagenhausen* (Thg)	1
663. Aktiengesellschaft Metrum, Fabrik elektr. Apparate . .	*Wallisellen* (Zch)	2
664. Bichler Bernhard, Installationsgeschäft	*Wattwil* (St G)	1
665. Hugentobler Otto, Elektro-Installateur	*Weinfelden* (Thg)	1
666. Ager, A.-G. für elektr. Revisionen	*Wetzikon* (Zch)	2
667. Vereinigte Elektrizitäts A.-G., am Heumarkt 10 . . .	*Wien III*	4
668. Kupferdraht-Isolierwerke A.-G.	*Wildegg* (Arg)	3
669. Eidg. Pulverfabrik	*Wimmis* (Bn)	1
670. Aktiengesellschaft vorm. J. J. Rieter & Co.	*Winterthur* (Zch)	1
671. Gebrüder Sulzer A.-G., Abteilung Zentralheizungen . .	*Winterthur* (Zch)	2
672. Installationswerke A.-G., Graben 27	*Winterthur* (Zch)	2
673. Kuhn Ernst, Elektrische Anlagen, Römerstrasse 167 .	*Winterthur* (Zch)	1
674. Schläfli A., elektr. Installationsgeschäft „Volta" . . .	*Winterthur* (Zch)	1
675. Technikum Winterthur, Elektrotechn. Abteilung . . .	*Winterthur* (Zch)	1
676. Elektrizitätswerk Wohlenschwil	*Wohlenschwil* (Arg)	2
677. Elektrizitätsversorgung Zeihen	*Zeihen* (Arg)	1
678. Elektra Zihlschlacht-Riedt	*Zihlschlacht* (Thg)	1
679. Landis & Gyr A.-G., Fabrik elektr. Apparate	*Zug*	4
680. Rüttimann Gebr., elektr. Unternehmungen	*Zug*	2
681. Staub C., Sohn, Fabrik elektrotechn. Installationsmaterialien	*Zug*	1
682. A. E. G. Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, Stampfenbachstrasse 12/14	*Zürich 1*	3
683. Bank für elektrische Unternehmungen, Bahnhofstr. 30 .	*Zürich 1*	6
684. Baumann, Kölliker & Co., A.-G. für elektrotechnische Industrie, Füsslistrasse 4	*Zürich 1*	3
685. Brodbeck Eug., W., elektrotechn. Installationsgeschäft, Mühlebachstr. 15	*Zürich 8*	2
686. Egli E., elektr. Installationen, Scheuchzerstr. 50 . . .	*Zürich 6*	1
687. Eidg. Technische Hochschule, Professur für angewandte Elektrotechnik	*Zürich 1*	1
688. Elektrizitätsaktiengesellschaft Wädenswil, Postfach Selnau	*Zürich 1*	2
689. Elektro-Lux A.-G., Paradeplatz 4	*Zürich 1*	3
690. Fenner A. & Co., elektrotechn. Bedarfsartikel, Lutherstrasse 34/36	*Zürich 4*	2
691. Fischer Julius & Cie., elektrotechn. Bedarfsartikel en gros, Ausstellungsstr. 41	*Zürich 5*	2
692. Fischer Otto, Elektrotechn. Artikel en gros, Sihlquai 125	*Zürich 5*	3
693. Gachnang R. H., Generalvertreter der Metalldrahtlampenfabrik Volt A.-G., Tilburg, und der Holländ. Draht- und Kabelwerke Amsterdam, Seefeldstr. 87 . . .	*Zürich 8*	3

		Beitragsstufe (Stimmenzahl)
694. Gubler & Co. A.-G., elektr. Unternehmungen, Bleicherweg 45	Zürich 2	2
695. Hartmann F. & Co., elektrotechn. Bedarfsartikel en gros, Löwenstr. 32	Zürich 1	2
696. Heusser F., Ing., Installationsgeschäft, Asylstr. 9	Zürich 7	1
697. Kaegi & Egli, elektr. Licht- und Kraftanlagen, Stauffacherplatz 3	Zürich 4	2
698. Kuster Robert & Cie., techn. und elektr. Spezialitäten, Mythenstr. 29	Zürich 2	2
699. Maag Rud. & Co., elektr. Installationsgeschäft, Schweizergasse 6	Zürich 1	2
700. Maag-Eckenfelder G., Fabrikation & Installation elektr. Apparate, Oberdorfstr. 3	Zürich 1	2
701. Akad. Maschinen-Ing.-Verein a. d. E. T. H., Universitätsstr. 5	Zürich 6	1
702. Gebr. Meier, Elektromechanische Reparaturwerkstätte, Ausstellungsstr. 25	Zürich 5	2
703. Meierhofer H., elektr. Bedarfsartikel en gros, Neptunstr. 88	Zürich 7	2
704. Meyer Rud., elektr. Licht- und Kraftanlagen, Kronenstr. 24	Zürich 6	1
705. Mühlengenossenschaft schweiz. Konsumvereine, Sihlquai 306	Zürich 5	2
706. Novitas, Fabrik elektr. Apparate A.-G., Zellerstr. 3	Zürich 2	3
707. Osram A.-G., Sonnenquai 3, Bellevue	Zürich 1	3
708. Otis Aufzugwerke, G. m. b. H. Berlin, Zweigniederlassung Zürich, Birmensdorferstr. 273	Zürich 3	2
709. Physikal. Gesellschaft, Kant. Physikgebäude, Rämistr. 69	Zürich 1	1
710. Rauch Fritz E., elektr. Anlagen, Neumarkt 28	Zürich 1	1
711. Schaefer C., elektrotechn. Fournituren en gros, Gutenbergstrasse 10	Zürich 2	3
712. Scheurich Emil, Import und Export, Langmauerstr. 105	Zürich 6	3
713. Schweiz. Auergesellschaft, Hafnerstr. 24	Zürich 5	3
714. Seidenstoffappretur Zürich, Zeltweg 61	Zürich 7	3
715. Seidenstoffwebereien vorm. Gebr, Naef A.-G., Gartenstr. 19	Zürich 2	4
716. Sektion Zürich des Schweiz. Techniker-Verbandes, pr. Adr. Ludwig Corti, Maschinentechniker, Im Eisernen Zeit	Zürich 6	1
717. Siemens Elektrizitätserzeugnisse A.-G., Löwenstr. 35	Zürich 1	3
718. Spälti Söhne & Cie., Hardturmstr. 121	Zürich 5	3
719. Städtische Strassenbahn Zürich, Direktion Postf. Bahnhof	Zürich 1	4
720. Stutz Eug., Generalvertreter der Ferrowatt-Lampen, Bederstrasse 1	Zürich 2	1
721. Trüb, Täuber & Cie., Amperestr. 3	Zürich 6	3
722. Tungsram Glühlampen- und Elektr.-Ges. m. b. H., Bahnhofstrasse 57 b, St. Annahof	Zürich 1	1
723. Veesenmeyer Rich., Fabrik elektr. Apparate, Seefeldstr. 104	Zürich 8	3
724. Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke, Seefeldstr. 301	Zürich 8	1
725. Verband Schweiz. Elektro-Installationsfirmen, Schweizergasse 14	Zürich 1	6
726. Verband Schweiz. Spezialfabriken der Elektrotechnik, Cäcilienstr. 5	Zürich 7	1
727. Wyrsch & Sarasin, Ingenieurbureau, Seestr. 336	Zürich 2	1

Die Verteilung der Mitglieder auf die verschiedenen Kategorien befindet sich auf Seite 39.
La répartition des membres sur les différentes catégories se trouve à la page 39.

II. Teil. — II^me Partie.

Statuten

des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
(S. E. V.)

Allgemeines.

Art. 1.

Der Verein bezweckt die Förderung der Elektrotechnik in der Schweiz und die Wahrung der gemeinsamen Interessen seiner Mitglieder.

Art. 2.

Hauptsächlichste Mittel des Vereins zur Erreichung dieses Zweckes sind:

a) Die Bearbeitung von technischen, wirtschaftlichen und ethischen Fragen, die den ganzen Verein oder grössere Interessengruppen desselben berühren, die systematische Sammlung einchlägigen Materials, die Veröffentlichung entsprechender Arbeiten in freien oder periodischen Publikationen und die Verhandlungen über derartige Fragen in Kommissionen und Versammlungen des Vereins, Konferenzen bedeutender Interessengruppen der Mitglieder und eventuell in öffentlichen Versammlungen;

b) die Unterhaltung einer ständigen Geschäfts- und Auskunftsstelle (Generalsekretariat) für die Durchführung der vorgenannten Arbeiten;

c) der Betrieb Technischer Prüfanstalten für die Ueberwachung und Prüfung von Anlagen, Installationen, Apparaten und Material;

d) die Erhaltung entsprechender Beziehungen zu den Behörden und der Oeffentlichkeit, zu verwandten inländischen Vereinigungen, elektrotechnischen Vereinigungen des Auslandes und internationalen elektrotechnischen Institutionen;

e) die Schaffung einheitlicher Normen, gemeinnützlicher Anleitungen, Vorschriften und Reglemente und dergleichen für das Fachgebiet der Elektrotechnik.

Art. 3.

Der S. E. V. ist ein Verein im Sinne des Art. 60 und ff. des Schweizerischen Zivilgesetzbuches und als solcher im Handelsregister eingetragen mit Rechtsdomizil am Sitze der Ständigen Geschäftsstelle (Generalsekretariat, Art. 17).

Mitgliedschaft.

Art. 4.

Der Verein besteht aus Kollektivmitgliedern, Einzelmitgliedern und Ehrenmitgliedern.

Statuts

de l'Association Suisse des Electriciens
(A. S. E.)

Dispositions générales.

Art. 1^er.

L'association a pour but de contribuer au développement de l'électrotechnique en Suisse et de défendre les intérêts communs de ses membres.

Art. 2.

Ses principaux moyens d'action sont:

a) l'étude de questions techniques, économiques et éthiques qui touchent aux intérêts de l'ensemble ou d'une fraction importante des membres de l'association, la réunion de documents et la publication (périodique ou non) de travaux se rapportant à l'électrotechnique, la discussion de ces sujets dans les commissions et assemblées de l'association, dans des conférences de groupes d'intéressés ou aussi dans des assemblées publiques;

b) l'entretien d'un bureau permanent (secrétariat général) pour l'exécution des travaux énumérés ci-dessus;

c) l'organisation d'institutions de contrôle pour surveiller les installations et essayer les appareils et les matériaux;

d) l'entretien de relations avec le public, les autorités, les sociétés similaires de Suisse et de l'étranger et les institutions électrotechniques internationales;

e) l'établissement, dans l'intérêt de l'électrotechnique et du public, de normes, de règlements et d'instructions se rapportant à cette industrie.

Art. 3.

L'A. S. E. est une société aux termes des art. 60 et suivants du code civil suisse. Elle est portée comme telle au registre du commerce; son siège social est au domicile du secrétariat général. (Secrétariat général, art. 17.)

Sociétaires.

Art. 4.

L'association se compose de membres collectifs, de membres individuels et de membres honoraires.

Peuvent être admis: comme *membres collectifs,* les entreprises et centrales d'électricité

Als *Kollektivmitglieder* können elektrotechnische Firmen und Unternehmungen, Elektrizitätswerke, Lokal- und Spezialsektionen des S.E.V., Korporationen und Behörden aufgenommen werden.

Einzelmitglied kann werden, wer zufolge seiner wissenschaftlichen oder technischen Tätigkeit oder beruflichen Stellung mit der Elektrotechnik in Beziehung steht.

Als *Ehrenmitglieder* können hervorragende Fachleute und um die Entwicklung der Elektrotechnik verdiente Männer der Schweiz und des Auslandes auf Antrag des Vorstandes durch die Generalversammlung ernannt werden.

Zusatz zu Art. 4. (Beschluss der ordentl. Generalversammlung vom 25. September 1921 in Zürich). Reguläre Studierende der Eidgenössischen Technischen Hochschule und der öffentlichen Universitäten in der Schweiz und reguläre Schüler der öffentlichen (kantonalen) Techniken in der Schweiz werden, soweit sie Schweizerbürger sind, auf ihre Anmeldung hin ohne weiteres als Jung-Mitglieder in den S. E. V. aufgenommen.

Jung-Mitglieder haben alle Rechte der Einzelmitglieder, mit Ausnahme des Stimmrechtes und des Rechtes der Teilnahme an der Diskussion an Versammlungen. Sie erhalten, solange die finanziellen Verhältnisse dies gestatten, worüber der Vorstand entscheidet, das offizielle Publikationsorgan des Vereins gratis zugestellt.

Jung-Mitglieder treten mit deren ordnungsgemässem Abgang von der Hochschule bezw. dem Technikum ohne weiteres zu den Einzelmitgliedern über, sofern sie nicht ausdrücklich ihren Austritt anzeigen.

Art. 5.

Die Aufnahme von Mitgliedern geschieht nach Anmeldung bei der Geschäftsstelle durch den Vorstand.

Für den Austritt genügt schriftliche Anzeige bei der Geschäftsstelle. Die Entlassung von Mitgliedern geschieht erst nach Erfüllung ihrer finanziellen Verpflichtungen, diejenige von Mitgliedern, die bei den Technischen Prüfanstalten abonniert sind, erst auf Ablauf ihres Abonnementsvertrages.

Der Ausschluss eines Mitgliedes erfolgt durch den Vorstand; es ist jedoch dazu Dreiviertelsmehrheit der anwesenden Stimmen erforderlich.

Gegen die Aufnahme, die Nichtaufnahme oder den Ausschluss als Mitglied kann an die Generalversammlung rekurriert werden.

Art. 6.

Einzel- und Kollektivmitglieder entrichten Jahresbeiträge, deren Höhe jährlich von der Generalversammlung auf Antrag des Vorstandes bestimmt wird.

Der Beitrag ist für alle Einzelmitglieder gleich hoch; für Kollektivmitglieder wird er nach dem investierten Kapital abgestuft; die kleinste Beitragsstufe darf höchstens das Doppelte des Beitrages der Einzelmitglieder betragen.

Ehrenmitglieder zahlen keinen Beitrag.

Nichtbezahlung des Beitrages wird nach erfolgter Mahnung als Austrittserklärung betrachtet.

les sections locales et spéciales de l'A. S. E., les corporations et les autorités;

comme *membres individuels*, les personnes dont l'activité scientifique ou technique ou les occupations sont en rapport avec l'électrotechnique.

Le titre de *membre honoraire* est conféré par l'assemblée générale, sur la proposition du comité, à des électriciens éminents ou à des personnes de la Suisse ou de l'étranger ayant contribué au développement de l'électrotechnique.

Art. 4bis. (Décision de l'assemblée générale de l'A. S. E. du 25 septembre 1921.) Les étudiants réguliers de l'école polytechnique fédérale, des universités et des technicums suisses sont sur demande admis sans autre comme *membres étudiants* de l'A. S. E. pourvu qu'ils soient d'origine suisse.

Les *membres étudiants* ont tous les droits des membres individuels, excepté le droit de participer à la discussion dans les assemblées. Ils reçoivent gratuitement l'organe officiel de l'association, aussi longtemps que la situation financière de l'A. S. E. le permet, ce dont le comité est seul juge.

Les membres étudiants sortant de l'Ecole polytechnique fédérale, d'une université ou d'un technicum suisse deviennent sans autre membres individuels, à moins qu'ils ne donnent formellement leur démission.

Art. 5.

L'admission des sociétaires est faite par le comité; les candidats doivent s'annoncer au secrétariat général.

Les sociétaires qui veulent démissionner doivent en aviser le secrétariat général. La démission n'est acceptée que lorsque tous les engagements financiers ont été remplis par les intéressés; celle des sociétaires abonnés aux Institutions de contrôle ne peut l'être qu'à l'échéance de leurs contrats d'abonnement.

L'exclusion d'un sociétaire est prononcée par le comité; elle nécessite une majorité des 3/4 des voix présentes.

On peut recourir à l'assemblée générale relativement à l'admission, au refus ou à l'exclusion d'un sociétaire.

Art. 6.

Les membres individuels et les membres collectifs versent des cotisations annuelles dont le montant est fixé chaque année par l'assemblée générale sur proposion du comité.

La cotisation est la même pour tous les membres individuels; celle des membres collectifs est graduée suivant le capital engagé dans leur entreprise. La plus petite cotisation des membres collectifs ne peut excéder le double de celle des membres individuels.

Les membres honoraires sont exempts de cotisation.

Tout sociétaire qui, après sommation, refuse de payer sa cotisation est considéré comme démissionnaire.

Zusatz zu Art. 6. (Beschluss der ordentl. Generalversammlung vom 25. September 1921 in Zürich.) Jung-Mitglieder bezahlen 60 % des Jahresbeitrages der Einzelmitglieder.

Organe des Vereins.

Art. 7.

Die Organe des Vereins sind:

die Generalversammlung,
die Rechnungskontrollstelle,
der Vorstand,
Delegierte des Vorstandes,
das Generalsekretariat,
die Technischen Prüfanstalten,
die Kommissionen.

Art. 8.

Solange der Verein regelmässig eine eigene Zeitschrift herausgibt oder eine andere regelmässig erscheinende Zeitschrift durch den Vorstand mit Zustimmung der Generalversammlung als obligatorisches *Publikationsorgan* des Vereins erklärt ist und die Mitglieder des Vereins diese Zeitschrift gratis zugestellt erhalten, erfolgen die Mitteilungen des Vereins an die Mitglieder soweit möglich durch diese Zeitschrift und brauchen den Mitgliedern in keiner andern Weise zur Kenntnis gebracht zu werden.

Die Generalversammlung.

Art. 9.

Die *Generalversammlung* ist zusammengesetzt aus den anwesenden Einzelmitgliedern und Ehrenmitgliedern und den durch schriftlichen Ausweis legitimierten Vertretern der Kollektivmitglieder.

Es können sich auch zwei Kollektivmitglieder durch dieselbe Person vertreten lassen, die auch Einzelmitglied sein kann.

Einzelmitglieder können sich nicht durch andere vertreten lassen.

Jedes anwesende Einzel- und Ehrenmitglied hat *eine* Stimme.

Die Kollektivmitglieder haben für geheime Abstimmungen so viele Stimmen, als der Stufe ihres Jahresbeitrages entspricht. Sämtliche Stimmen eines Kollektivmitgliedes sind durch denselben legitimierten Vertreter abzugeben.

Abstimmungen können auch offen durch Handmehr stattfinden, in welchem Falle jedem anwesenden Mitglied bezw. Vertreter eine Stimme zukommt.

Wenn von mindestens 10 Mitgliedern geheime Abstimmung verlangt wird, was auch als Wiederholung einer Abstimmung durch Handmehr verlangt werden kann, so ist dieselbe vom Vorsitzenden anzuordnen.

Die Abstimmungsergebnisse werden durch zwei von der Generalversammlung bezeichnete Stimmenzähler festgestellt.

Art. 10.

Es werden ordentliche und ausserordentliche Generalversammlungen, sowie Diskussionsversammlungen abgehalten.

Art. 6bis. (Décision de l'assemblée générale de l'A. S. E du 25 septembre 1921.) La cotisation des membres étudiants est de 60 % de celle des membres individuels.

Organes de l'association.

Art. 7.

Les organes de l'association sont:

l'assemblée générale,
les vérificateurs des comptes,
le comité,
les délégués du comité,
le secrétariat général,
les institutions de contrôle,
les commissions.

Art. 8.

Les communications de l'association aux sociétaires se font autant que possible par le „Bulletin“ ou par tout autre organe périodique, désigné par le comité avec l'assentiment de l'assemblée générale comme organe officiel, et remis gratuitement aux membres de l'association. Tant qu'un organe officiel existera, on pourra se dispenser de tout autre mode d'information.

L'assemblée générale.

Art. 9.

L'assemblée générale est composée des membres individuels, des membres honoraires présents et des délégués des membres collectifs munis de pouvoirs écrits.

Deux membres collectifs peuvent être représentés par une même personne; celle-ci peut être un membre individuel.

Les membres individuels ne peuvent se faire remplacer.

Tout membre individuel ou honoraire a une seule voix.

Pour les décisions ou votations qui se font au scrutin secret, les membres collectifs jouissent d'un nombre de voix correspondant à la catégorie de leur cotisation annuelle. Toutes les voix d'un membre collectif doivent être déposées par un seul délégué muni des pouvoirs nécessaires.

Les votations peuvent avoir lieu à main levée; dans ce cas chaque sociétaire ou délégué n'a qu'une voix.

Dès que 10 sociétaires réclament le scrutin secret ou la répétition au scrutin secret d'une votation effectuée à main levée, le président doit l'ordonner.

Le scrutin est dépouillé par deux scrutateurs désignés par l'assemblée générale.

Art. 10.

Il y aura des assemblées générales *ordinaires et extraordinaires,* ainsi que des assemblées de *discussion.*

Eine Generalversammlung kann nur gültig verhandeln, wenn die Einladung dazu durch die vorgesehenen Publikationsmittel mindestens zwei Wochen vorher durch den Vorstand an die Mitglieder erlassen worden ist, unter Angabe der Traktanden.

Wünscht ein Mitglied eine weitere Frage auf der Tagesordnung der Generalversammlung zu bringen, so hat es eine bezügliche schriftliche Eingabe innert acht Tagen nach Versand der Traktandenliste an die ständige Geschäftsstelle einzusenden. Der Vorstand hat solche Traktanden bei Eröffnung der Versammlung anzukündigen; wenn darauf ein Antrag auf Verschiebung der Behandlung auf eine andere Generalversammlung gestellt wird, so darf das Traktandum nur behandelt werden, wenn mindestens 2/3 der anwesenden Stimmen sich dafür aussprechen. Statutenänderungen und Auflösung des Vereins können nicht auf diesem Weg beantragt werden; es bleiben dafür die Bestimmungen der Art. 21 und 22 vorbehalten.

Eine ordentliche oder ausserordentliche Generalversammlung ist beschlussfähig, wenn mindestens ein Zehntel der Stimmen anwesend bezw. vertreten sind; vorbehalten bleiben die Bestimmungen der Art. 21 und 22.

Zusatz zu Art. 10. (Beschluss der ausserordentlichen Generalversammlung des S. E. V. vom 5. Juni 1920 in Luzern.) An Stelle der Abstimmung durch eine Generalversammlung kann der Vorstand schriftliche Urabstimmung treten lassen.

Anträge, über welche durch Urabstimmung beschlossen werden soll, sind mit einer Begründung seitens des Vorstandes allen Mitgliedern durch die Post zuzustellen, gleichzeitig mit einer Abstimmungskarte, auf welcher die Zahl (gemäss Art. 9, Abs. 5) der Stimmen des Angefragten ersichtlich ist.

In jedem Fall soll durch eine Vorfrage auf der Stimmkarte zuerst darüber abgestimmt werden, ob der Entscheid über den vorgelegten Antrag durch Urabstimmung zugelassen werden will.

Das Ergebnis der Abstimmung über die Hauptfragen erhält die Bedeutung und Rechtskraft eines Generalversammlungsbeschlusses nur dann, wenn diese Vorfrage von mindestens 2/3 der eingesandten Stimmen bejaht wird und mindestens 1/3 der Stimmen aller Mitglieder eingesandt wurden.

Die zur Urabstimmung gestellten Anträge selbst gelten unter vorstehender Bedingung als angenommen, wenn die Mehrheit der eingesandten Stimmen dafür ist.

Beschlüsse über die Auflösung des Vereins können nicht durch Urabstimmung gefasst werden.

Von der Versendung der Anträge und Stimmkarten bis zur gültigen Rücksendung ist eine Frist von mindestens zwei Wochen anzusetzen.

Art. 11.

Die regelmässigen Geschäfte der *ordentlichen Generalversammlung* sind:

a) Abnahme von Jahresbericht und Jahresrechnung des Vereins für das vorangegangene und Genehmigung des Voranschlages für das nächstfolgende Kalenderjahr;

b) Abnahme der besonderen Jahresrechnung und des Jahresberichtes, Verfügung über das Betriebsergebnis und Genehmigung

Les décisions d'une assemblée générale ne sont valables que si la convocation a été faite régulièrement par le comité dans les organes de publication obligatoires, au moins 15 jours à l'avance, avec indication de l'ordre du jour.

Si un sociétaire désire mettre à l'ordre du jour un objet supplémentaire, il doit le faire connaître par écrit au secrétariat général dans la huitaine qui suit la convocation. A l'ouverture de l'assemblée, le comité annoncera les nouveaux objets mis à l'ordre du jour. Si le renvoi de la délibération à une prochaine assemblée générale est proposé, la question ne pourra être traitée que si les 2/3 des voix présentes au moins se prononcent dans ce sens. La revision des statuts et la liquidation de l'association ne peuvent être proposées par ce moyen; dans ces deux cas les dispositions des art. 21 et 22 restent réservées.

Une assemblée générale ordinaire ou extraordinaire ne peut émettre un vote valable que si le nombre des voix présentes ou représentées atteint le dixième du nombre total des voix; les dispositions des art. 21 et 22 restent réservées.

Art. 10bis. (Décision de l'assemblée générale extraordinaire de l'A.S.E. du 5 juin 1920.) Le comité est autorisé à substituer le vote par correspondance au vote par assemblée générale.

Les propositions soumises au vote par correspondance doivent être accompagnées d'une note justificative du comité; elles seront envoyées par la poste à tous les membres, en même temps qu'un bulletin de vote qui indique le nombre de voix attribuées à chaque votant. (Art. 9, alinéa 5.)

Chaque bulletin de vote doit poser la question préliminaire: „Admettez-vous ou non la validité du vote par correspondance?"

Le vote sur la ou les questions fondamentales n'acquiert la valeur d'une décision prise par une assemblée générale que lorsque les suffrages ayant répondu affirmativement à la question préliminaire représentent au moins les 2/3 des voix participant au vote et que cette majorité des 2/3 représente au moins 1/3 des voix de tous les membres.

Les propositions soumises au vote par correspondance sont adoptées lorsqu'elles ont réuni la majorité des voix exprimées.

Une décision concernant la dissolution de l'association ne peut pas être prise par correspondance.

Il doit être prévu un délai de deux semaines au moins entre la date de la remise des propositions et bulletins de vote et la date fixée pour la réponse.

Art. 11.

Les attributions de l'assemblée générale ordinaire sont:

a) l'approbation du rapport et des comptes de l'année écoulée et celle du budget de l'année à venir;

b) l'approbation du rapport et des comptes spéciaux de l'année, les décisions à prendre au sujet du résultat d'exploitation des Ins-

des Voranschlages der Technischen Prüfanstalten für die analogen Zeiträume;
alles nach Vorlage des Vorstandes;

c) Festsetzung der Anzahl der Beitragsstufen und Jahresbeiträge gemäss Art. 6 auf Antrag des Vorstandes;
d) Wahl von Präsident und Mitgliedern des Vorstandes gemäss Art. 14;
e) Wahl der Rechnungsrevisoren (Kontrollstelle) gemäss Art. 20;
f) Entgegennahme eines Jahresberichtes über die Tätigkeit des Generalsekretariates und allfälliger Sonderberichte über Vereins- und Kommissionsarbeiten;
g) Erledigung allfälliger Rekurse gegen Aufnahme, Nichtaufnahme oder Ausschluss von Mitgliedern durch den Vorstand gemäss Art. 5.

Die ordentliche Generalversammlung findet jährlich einmal nach Zeit und Ortsbestimmung durch den Vorstand statt.

Art. 12.

In die Kompetenz *ordentlicher wie ausserordentlicher Generalversammlungen* fallen ferner folgende Dinge:

a) Feststellung und Aenderung der Statuten gemäss Art. 21;
b) Feststellung und Aenderung des Organisationsregulatives und allfällige Liquidation der Technischen Prüfanstalten gemäss Art. 18;
c) Feststellung und Aenderung der Organisation des Generalsekretariates gemäss Art. 17;
d) Beschlussfassung über Verträge, die für den Verein allgemein verbindlicher Natur sind;
e) Genehmigung von vom Vorstand vorgelegten technischen Vorschriften, Normalien und dgl. über Ausführung und Betrieb von elektrischen Anlagen, Maschinen, Apparaten und Materialien, soweit solche für die Mitglieder des Vereins für gültig erklärt werden;
f) Behandlung von Anträgen des Vorstandes und von Mitgliedern, eingereicht gemäss Art. 10;
g) Beschlussfassung über Auflösung des Vereins gemäss Art. 22;
h) Eine Generalversammlung ist berechtigt, Befugnisse, welche nach den Statuten Organen des Vereins zustehen und die nicht nach gesetzlicher Vorschrift durch die Vereinsorgane selbst ausgeübt werden müssen, durch besonderen Vertrag an Gemeinschaftsorgane mit einem anderen, hierzu geeigneten Verbande zu übertragen.

Art. 13.

Diskussionsversammlungen werden zur Besprechung technischer und wirtschaftlicher Fragen abgehalten und durch den Vorstand einberufen.

Sie können auch öffentlich erklärt werden.

Sie können keine in die Kompetenz der Generalversammlung fallende Beschlüsse fassen, wohl aber Meinungsäusserungen durch Resolutionen und dgl. zum Ausdruck bringen.

titutions de contrôle et l'approbation du budget de ces dernières, le tout suivant proposition du comité;

c) la fixation du nombre des catégories de cotisations suivant art. 6, sur proposition du comité;
d) l'élection du président et des membres du comité, selon art. 14;
e) l'élection des vérificateurs des comptes, selon art. 20;
f) l'audition du rapport annuel sur l'activité du secrétariat général et, cas échéant, celle de rapports spéciaux sur des travaux de l'association ou de ses commissions;
g) la liquidation des recours relatifs à l'admission, au refus ou à l'exclusion de sociétaires par le comité (art. 5).

L'assemblée générale ordinaire a lieu une fois par an, en temps et lieu fixés par le comité.

Art. 12.

Les assemblées générales ordinaires et extraordinaires sont en outre compétentes:

a) pour établir et modifier les statuts, suivant art. 21;
b) pour établir et modifier les règlements d'organisation et, cas échéant, pour liquider les Institutions de contrôle (art. 18);
c) pour arrêter ou modifier l'organisation du secrétariat général, selon art. 17;
d) pour prendre des décisions au sujet de conventions liant l'association dans son ensemble;
e) pour approuver les prescriptions techniques et normes présentées par le comité et concernant l'établissement et l'exploitation des installations électriques, les machines, appareils et matériaux, pour autant que ces prescriptions seront déclarées valables pour les membres de l'association;
f) pour discuter les propositions faites par le comité ou par un sociétaire, conformément à l'art. 10;
g) pour décider de la dissolution de l'association, selon art. 22;
h) une assemblée générale peut, par contrat spécial, attribuer à des organes qu'elle a en commun avec une association similaire l'exercice de droits qui appartiennent statutairement à ses propres organes, mais que la loi n'impose pas à ces derniers.

Art. 13.

Des assemblées de discussion sont organisées par le comité pour traiter de questions techniques et économiques.

Elles peuvent être déclarées publiques.

Elles ne peuvent prendre aucune décision sur des sujets qui sont du ressort des assemblées générales, mais elles peuvent manifester leur opinion par des résolutions ou des vœux.

Der Vorstand.

Art. 14.

Der *Vorstand* besteht aus 7 Mitgliedern; seine Mitgliederzahl kann durch Beschluss jeder Generalversammlung auf 9 erhöht werden.

Seine Mitglieder und aus ihnen der Präsident werden durch die Generalversammlung aus den Einzel- und Ehrenmitgliedern des Vereins in geheimer Abstimmung gewählt. Dabei soll auf eine angemessene Vertretung der verschiedenen Interessengruppen und Landesgegenden gesehen werden.

Für die Wahl ist das relative Stimmenmehr entscheidend.

Mitglieder und Präsidium des Vorstandes werden für eine Amtsdauer von drei Jahren, beginnend mit dem der Generalversammlung folgenden 1. Januar, gewählt.

Jedes Jahr kommen zwei, bezw. drei (erstmalig durch das Los bezeichnete) andere Mitglieder in Erneuerungswahl. Sie sind wiederwählbar.

Vorbehalten bleibt die Ergänzung des Vorstandes durch Abgeordnete des Bundes gemäss Art. 16.

Art. 15.

Dem Vorstand liegen insbesondere ob:

a) die allgemeine Leitung des Vereins und dessen Vertretung nach aussen;
b) die allgemeine und administrative Leitung der Technischen Prüfanstalten entsprechend deren Organisationsregulativ;
c) die allgemeine und administrative Leitung des Generalsekretariates entsprechend dem Organisationsregulativ für dieses;
d) die Wahl der Kommissionen und die allfällige Aufstellung eines Reglementes für dieselben;
e) die Vorbereitung aller Traktanden für die Generalversammlungen.

Art. 16.

Der Vorstand kann sich selbst ein Geschäftsreglement geben und konstituiert sich selbst.

Er kann die unmittelbare Geschäftsführung und Aufsicht über das Generalsekretariat einem *Ausschuss* aus seiner Mitte übertragen und für die Ueberwachung der Tätigkeit der Technischen Prüfanstalten, des Starkstrominspektorates, der Eichstätte und der Materialprüfanstalt oder für andere Sonderaufgaben *Delegierte* aus seiner Mitte bezeichnen, die er jeweilen auf seine eigene Amtsdauer wählt. Als solchen Delegierten kann er auch den Generalsekretär bezeichnen. Solange Verträge mit dem Bunde betreffend die Technischen Prüfanstalten oder andere Institutionen des Vereins die Aufnahme von *Abgeordneten des Bundes* in die Aufsicht über dieselben verlangen, treten diese bei allen diese Institutionen betreffenden Geschäften als Mitglieder zum Vorstande.

Das Generalsekretariat.

Art. 17.

Der Verein unterhält zur Durchführung seiner Aufgaben, insbesondere der im Art. 2 unter a, b, d und e verzeichneten Arbeiten ein *Generalsekre-*

Le comité.

Art. 14.

Le comité se compose de 7 membres, mais ce nombre peut être porté à 9 par décision d'une assemblée générale quelconque.

Les membres du comité sont élus par l'assemblée générale, qui nomme l'un d'eux président. Ils sont choisis parmi les membres individuels et honoraires de l'association. Leur élection a lieu au scrutin secret. Dans leur choix, on veillera à une représentation équitable des diverses régions et des différentes sphères intéressées.

Membres et président sont élus à la majorité relative pour une période de 3 ans comptée à partir du 1er janvier qui suit l'assemblée générale qui les a nommés.

Le renouvellement des membres du comité à lieu par série chaque année. Les deux premières années la série est de 2 membres et la troisième de 3. Ils sont rééligibles. Les membres sortants seront désignés par le sort les deux premières années.

Le complètement du comité par des délégués de la Confédération, conformément à l'art. 16, reste réservé.

Art. 15.

Le comité est chargé principalement:

a) de la direction générale de l'association et de sa représentation au dehors;
b) de la direction générale et administrative des Institutions de contrôle conformément aux règlements;
c) de la direction générale et administrative du secrétariat général, conformément au règlement de ce dernier;
d) de l'élection des commissions et, cas échéant, de l'établissement de leurs règlements;
e) de la fixation de l'ordre du jour des assemblées générales.

Art. 16.

Le comité peut se donner lui-même un règlement et s'organiser comme il l'entend.

Il peut confier la direction et la surveillance du secrétariat général à un *comité de direction*, composé de membres tirés de son sein, de même qu'il peut déléguer de ses membres pour excercer la surveillance des Institutions de contrôle, de l'Inspectorat des installations électriques à fort courant, de la Station d'étalonnage, et de la Station d'essai des matériaux ou encore pour d'autres travaux spéciaux. Il peut aussi désigner le secrétaire général comme son délégué à cet effet. Les membres de ce *comité de direction* et les *délégués* sont nommés pour la même durée que les membres du comité. Aussi longtemps que les contrats en vigueur concernant les Institutions de contrôle ou d'autres institutions similaires de l'association exigeront la nomination de représentants de la Confédération au sein des organes de surveillance, ces représentants se joindront aux membres du comité pour toutes les affaires de leur ressort.

Le secrétariat général.

Art. 17.

L'association entretient un secrétariat général chargé de l'exécution des travaux, en particulier

tariat, dem auch die Führung von Buchhaltung und Kassa des Vereins und derjenigen der Technischen Prüfanstalten überbunden werden kann.

Das Generalsekretariat steht unter der unmittelbaren Leitung des vom Vorstand gewählten Generalsekretärs und ist organisiert und arbeitet nach einem vom Vorstand aufgestellten Organisationsregulativ.

Die technischen Prüfanstalten.

Art. 18.

Die *Technischen Prüfanstalten* (Art. 2, c) haben zum Zwecke: die Prüfung der Anlagen und Kontrolle des Betriebes von Starkstromanlagen (Starkstrominspektorat), die Prüfung und Eichung elektrischer Messinstrumente (Eichstätte) und die Untersuchung von Materialien und Apparaten der Elektrotechnik (Materialprüfanstalt).

Sie sind eine sich selbst erhaltende Institution. Ueber ihr jährliches Betriebsergebnis verfügt die Generalversammlung.

Sie sind organisiert und betrieben nach einem vom Vorstand aufgestellten, von der Generalversammlung genehmigten Organisationsregulativ.

Die Kommissionen.

Art. 19.

Zur Beratung besonderer Fragen kann der Vorstand aus sachverständigen Mitgliedern des Vereins *temporäre Kommissionen* bestellen. Er bezeichnet auch deren Präsidenten.

Diese Kommissionen sollen besonders dazu dienen, für Aufgaben, deren Bearbeitung dem Generalsekretariat übertragen ist, die Fühlung der ausführenden Organe mit den interessierten Mitgliedern zu erhalten.

Die temporären Kommissionen werden nach Erfüllung ihrer Aufgabe vom Vorstande aufgelöst.

Für bestimmte bleibende Arbeitsgebiete kann der Vorstand in analoger Weise auch *ständige Kommissionen* bestellen, namentlich für die Beziehungen zu internationalen Institutionen und andern Verbänden. Die Mitglieder dieser Kommissionen werden mit Wiederwählbarkeit auf die Dauer von je drei Jahren gewählt.

Der Vorstand kann ein Reglement über die Kommissionen aufstellen, in welchem auch die Entschädigungen für deren Mitglieder festgesetzt sind.

Rechnungsführung und Unterschriften.

Art. 20.

Das Rechnungsjahr und allgemeine Geschäftsjahr des Vereins wie der Technischen Prüfanstalten fällt mit dem Kalenderjahr zusammen.

Die Technischen Prüfanstalten führen von der allgemeinen Vereinsrechnung getrennte Rechnung.

Zur Prüfung der Jahresrechnung des Vereins und der Technischen Prüfanstalten werden alljährlich durch die ordentliche Generalversammlung zwei *Rechnungsrevisoren* und zwei *Suppleanten* (Beschluss durch Urabstimmung im März 1922) als Kontrollstelle gewählt.

Der Präsident oder in Stellvertretung ein Mitglied des Vorstandes mit dem Generalsekretär

de ceux désignés à l'art. 2 (*a, b, d* et *e*) et peut aussi lui confier la comptabilité et la caisse de l'association et des Institutions de contrôle.

Le secrétariat est dirigé par le secrétaire général nommé par le comité et fonctionne suivant un règlement établi par le comité.

Les Institutions de contrôle.

Art. 18.

Les Institutions de contrôle (art. 2, *c*) ont pour but: la vérification des installations à courant fort et le contrôle de leur exploitation (Inspectorat des installations électriques à courant fort), l'examen et l'étalonnage des instruments de mesure (Station d'étalonnage) et l'essai des matériaux et appareils utilisés par l'électrotechnique (Station d'essai).

Ces trois institutions se maintiennent par leurs propres moyens. L'assemblée générale dispose de leurs bénéfices.

Elles sont organisées et fonctionnent d'après un règlement élaboré par le comité et approuvé par l'assemblée générale.

Les commissions.

Art. 19.

Pour solutionner des questions spéciales, le comité peut constituer des commissions temporaires composées d'experts choisis parmi les membres de l'association. Il désigne leurs présidents.

Ces commissions servent en particulier à maintenir le contact entre les membres intéressés et les organes chargés de l'exécution des travaux laissés aux soins du secrétariat général.

Leurs tâches terminées, le comité les dissout.

Pour des affaires de longue haleine, telles que les rapports avec des institutions internationales et avec d'autres associations, le comité peut de même créer des commissions permanentes dont les membres sont nommés pour trois ans et sont rééligibles.

Le comité peut rédiger un règlement fixant entre autres les indemnités allouées aux membres des commissions.

Comptabilité et signature.

Art. 20.

L'année comptable de l'association et des Institutions de contrôle commence le 1er janvier.

Les comptes des Institutions de contrôle sont séparés de ceux de l'association.

Les uns et les autres sont contrôlés chaque année par deux vérificateurs et deux suppléants (Décision selon vote par correspondance du mois de mars 1922) nommés par l'assemblée générale ordinaire.

Pour engager l'association il faut deux signatures: d'une part, celle du président ou, à défaut, d'un membre du comité, d'autre part, celle d'un second membre du comité ou du secrétaire général.

Le pouvoir de signer au nom des Institutions de contrôle ainsi qu'au nom du secrétariat général, de la comptabilité et de la caisse est précisé dans les règlements.

oder einem weiteren Vorstandsmitgliede führen zu zweien rechtsverbindliche Kollektivunterschrift für den Verein.

Die Unterschriftsberechtigung für die Angelegenheiten der Technischen Prüfanstalten wird durch deren Organisationsregulativ geregelt, ebenso diejenige für den Verkehr des Generalsekretariates, sowie der Buchhaltung und Kassa durch das Organisationsregulativ des ersteren.

Zusatz zu Art. 20. (Beschluss der ausserordentlichen Generalversammlung des S. E. V. vom 5. Juni 1920 in Luzern.) Weitere Unterschriftenberechtigungen (Einzel- oder Kollektivunterschrift, Einzel- oder Kollektivprokura) können vom Vorstande festgesetzt werden.

Statutenänderung.

Art. 21.

Die Abänderung der Statuten kann nur beschlossen werden durch eine ordnungsgemäss nach Art. 10 unter Mitteilung des Aenderungsantrages einberufene Generalversammlung, in welcher mindestens $^1/_3$ der Stimmen aller Mitglieder vertreten sind.

Anträge von Mitgliedern auf Aenderung der Statuten müssen mindestens vier Wochen vor der Versammlung schriftlich und formuliert an den Vorstand gelangt sein.

Auflösung des Vereins.

Art. 22.

Die Auflösung des Vereins kann nur durch eine Generalversammlung beschlossen werden, zu welcher ordnungsgemäss nach Art. 10 eingeladen wurde unter Mitteilung des Antrages auf Auflösung und in welcher mindestens $^1/_3$ der Stimmen aller Mitglieder vertreten sind.

Anträge von Mitgliedern auf Auflösung müssen mindestens drei Monate vor der Versammlung schriftlich an den Vorstand gelangt sein.

Die Auflösung ist nur beschlossen, wenn sich in der Generalversammlung mindestens $^2/_3$ der Stimmen aller Mitglieder dafür ausgesprochen haben.

Im Falle der Auflösung beschliesst die Generalversammlung über die Verwendung des Vereinsvermögens.

Vorliegende Statuten treten gemäss Beschluss der Generalversammlung vom 3. April 1919 in Olten am 1. Juli 1919 in Kraft.

Der Präsident des S. E. V.
als Vorsitzender
der Generalversammlung:

(gez.) *J. Landry.*

Der Generalsekretär
als Protokollführer
der Generalversammlung:

(gez.) *Wyssling.*

Art. 20bis. (Décision de l'assemblée générale extraordinaire de l'A. S. E. du 5 juin 1920 à Lucerne.) Le comité est autorisé à donner la signature (personelle, collective, etc.) encore à d'autres personnes.

Modification des statuts.

Art. 21.

La revision des statuts ne peut être décidée que par une assemblée générale convoquée régulièrement d'après l'art. 10 des statuts, avec communication de la proposition de revision, et à laquelle au moins $^1/_3$ des voix de tous les sociétaires soit représenté.

Les propositions des sociétaires concernant les modifications des statuts doivent être présentées par écrit au comité et doivent être formulées au moins 4 semaines avant l'assemblée.

Dissolution de l'association.

Art. 22.

L'association ne peut être dissoute que par une assemblée générale convoquée régulièrement d'après l'art. 10, avec communication de la proposition de liquidation, et à laquelle au moins $^1/_3$ des voix de tous les sociétaires soit représenté.

Les propositions de dissolution émanant de sociétaires de l'association doivent être adressées au comité par écrit et au moins trois mois avant l'assemblée générale.

La liquidation ne peut être décidée à l'assemblée générale que par une majorité d'au moins $^2/_3$ des voix de tous les sociétaires.

En cas de liquidation, l'assemblée générale décide de l'emploi de la fortune de l'association.

Suivant décision de l'assemblée générale du 3 avril 1919 à Olten, les présents statuts entreront en vigueur le 1er juillet 1919.

Le président de l'A. S. E.
et président
de l'assemblée générale:

(sig.) *J. Landry.*

Le secrétaire général
et secrétaire
de l'assemblée générale:

(sig.) *Wyssling.*

Statuten

des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke

(V. S. E.)

Allgemeines.

Art. 1.

Der Verband bezweckt die Förderung der Elektrizitätswerke in der Schweiz und die Wahrung der gemeinsamen Interessen seiner Mitglieder.

Art. 2.

Als hauptsächlichste Aufgaben, die der Verband für sich allein oder soweit tunlich gemeinsam mit dem Schweizerischen Elektrotechnischen Verein (S. E. V., Art. 4) und andern sich mit diesen Aufgaben beschäftigenden Körperschaften lösen will und als Mittel zur Erreichung dieses Zweckes betrachtet der Verband:

a) die gemeinsame Lösung von technischen und wirtschaftlichen Fragen, welche das Interesse des ganzen Verbandes oder bedeutender Mitgliedergruppen betreffen;

b) sachgemässe Einwirkung auf die Behörden bezüglich der einschlägigen Gesetzgebung und auf die Oeffentlichkeit bezüglich ihrer Beziehungen zu den Elektrizitätswerken;

c) die Unterhaltung einer ständigen Geschäfts- und Auskunftsstelle (Generalsekretariat) für die Durchführung der Arbeiten des Verbandes;

d) den Betrieb einer Einkaufsabteilung für Materialien u. dgl.;

e) die Verhandlungen über einschlägige Fragen in Kommissionen und Versammlungen des Verbandes, eventuell in öffentlichen Versammlungen.

Art. 3.

Der V. S. E. ist ein Verein im Sinne des Art. 60 u. ff. des schweizerischen Zivilgesetzbuches und als solcher ins Handelsregister eingetragen mit Rechtsdomizil am Sitze der ständigen Geschäftsstelle. (Generalsekretariat, Art. 18.)

Mitgliedschaft.

Art. 4.

Mitglieder des V. S. E. können nur solche Elektrizitätswerke oder elektrische Bahnunternehmungen in der Schweiz werden, welche Kollektivmitglied des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (S. E. V.) sind.

Statuts

de l'Union de Centrales Suisses d'Electricité

(U. C. S.)

Dispositions générales.

Art. 1er.

L'Union a pour but de favoriser le développement des centrales d'électricité de la Suisse et de représenter les intérêts communs de ses membres.

Art. 2.

Les principaux buts que l'Union se propose d'atteindre, soit par elle-même, soit, si possible, conjointement avec l'A. S. E. ou d'autres associations s'occupant de ces questions et des moyens d'y parvenir sont:

a) La solution en commun de questions techniques et économiques qui touchent l'intérêt de l'Union ou de groupes importants de ses membres;

b) une action vis-à-vis des autorités en vue d'une législation rationnelle, et le développement des rapports entre le public et les centrales;

c) l'entretien d'un bureau d'affaires et de renseignements (Secrétariat général) pour exécuter les travaux de l'Union;

d) l'entretien d'une section pour l'achat de matières premières, appareils, etc.;

e) la discussion dans des commissions et assemblées de l'Union, éventuellement dans des assemblées publiques, de questions concernant les centrales.

Art. 3.

L'U. C. S. est une société aux termes des articles 60 et suivants du code civil suisse. Elle est portée comme telle au registre du commerce, son siège est au domicile du secrétariat général.

Sociétaires.

Art. 4.

Seules les centrales d'électricité ou entreprises de traction électrique en Suisse qui sont membres de l'A. S. E. peuvent faire partie de l'U. C. S.

Unter „Elektrizitätswerk" ist dabei eine, elektrischen Starkstrom regelmässig an Dritte abgebende Unternehmung verstanden.

Art. 5.

Die Aufnahme von Mitgliedern geschieht nach Anmeldung beim Generalsekretariat durch den Vorstand. Soweit nicht besondere Gründe vorliegen, wird jedes Elektrizitätswerk und jede elektrische Bahnunternehmung, die den Bedingungen des Art. 4 entsprechen, als Mitglied aufgenommen.

Für den Austritt genügt schriftliche Anzeige an die Geschäftsstelle. Die Entlassung geschieht erst nach Erfüllung der finanziellen Verpflichtungen.

Nichterfüllung der finanziellen Verpflichtungen gegenüber dem Verband oder den Technischen Prüfanstalten des S. E. V. (Art. 6) nach erfolgloser Mahnung, Austritt oder Ausschluss aus dem S. E V. (Art. 4) oder von den Technischen Prüfanstalten des S. E. V. gemäss deren Organisationsstatut (Art. 7) werden als Austrittserklärung betrachtet.

Der Ausschluss eines Mitgliedes erfolgt durch den Vorstand; es ist jedoch Dreiviertelsmehrheit der anwesenden Stimmen erforderlich.

Gegen die Aufnahme, die Nichtaufnahme oder den Ausschluss als Mitglied kann an die Generalversammlung rekurriert werden.

Art. 6.

Die Mitglieder entrichten für den V. S. E. Jahresbeiträge, deren Höhe jährlich von der Generalversammlung auf Antrag des Vorstandes bestimmt wird.

Der Jahresbeitrag wird nach dem, von dem Mitgliede als elektrische Unternehmung investierten Kapital in 6 Stufen abgestuft.

Ausserdem bezahlen die Mitglieder als solche des S. E. V. an diesen die nach dessen Statuten zu entrichtenden Beiträge, sowie die an die Technischen Prüfanstalten des S. E. V. für die obligatorische Teilnahme am Starkstrominspektorat zu entrichtenden jährlichen Abonnementsbeiträge, soweit sie nicht von diesem Inspektorat statutengemäss enthoben sind (Art. 7).

Art. 7.

Die Mitglieder sind verpflichtet, ihre Anlagen dem Starkstrominspektorat des S. E. V. zur regelmässigen Inspektion zu unterstellen zu den vom S. E. V. dafür aufgestellten Bedingungen.

Von dieser Verpflichtung können mit Bezug auf die Inspektion der Hausinstallationen Mitglieder durch den Vorstand enthoben werden, die gesetzlich genötigt sind, sich der Aufsicht offizieller kantonaler Inspektorate zu unterziehen, insoweit diese mindestens gleichwertige Vorschriften anwenden wie der S. E. V.

Die Mitglieder des V. S. E. sind verpflichtet, für die Statistik der schweizerischen Elektrizitätswerke, die gemäss dem Bundesgesetz vom 24. Juni 1902 durch die Kontrolle der Starkstromanlagen aufzustellen ist, jährlich zu der vom Starkstrominspektorat vorgeschriebenen Zeit diesem die statistischen Angaben in der von ihm verlangten Form einzugeben; lediglich die Mitteilung von Angaben kommerzieller Natur ist dabei fakultativ.

On entend par „centrale d'électricité" une entreprise qui fournit régulièrement de l'énergie électrique à des tiers.

Art. 5.

Les candidats doivent s'annoncer au secrétariat général et sont ensuite admis par le comité. Sauf motif spécial, toute centrale ou entreprise de traction électrique remplissant les conditions de l'article 4 sera admise.

Pour sortir de l'Union il suffit d'en aviser par écrit le secrétariat général. La démission n'est acceptée que lorsque tous les engagements financiers ont été remplis par les intéressés.

Tout sociétaire qui, malgré avertissement, ne remplit pas ses engagements financiers vis-à-vis de l'Union ou des institutions de contrôle de l'A. S. E. (Art. 6) est considéré comme démissionnaire; il en est de même de tout sociétaire qui quitte l'A. S. E. ou qui est exclu de l'A. S. E. ou de ses institutions de contrôle, en vertu de leurs statuts et règlements.

L'exclusion d'un sociétaire est prononcée par le comité; elle nécessite une majorité des $^3/_4$ des voix présentes.

On peut recourir à l'Assemblée générale contre l'admission, le refus ou l'exclusion d'un sociétaire.

Art. 6.

Les sociétaires versent à l'U. C. S. des cotisations annuelles dont les montants sont fixés chaque année par l'assemblée générale sur proposition du comité.

La cotisation peut être de 6 montants différents suivant le capital que le sociétaire a investi dans une entreprise électrique.

Cette cotisation ne dispense pas de celles à verser à l'A. S. E. ou aux institutions de contrôle, pour la participation obligatoire à l'Inspectorat, pour autant que le sociétaire n'en soit pas dispensé par les statuts (Art. 7).

Art. 7.

Les sociétaires sont tenus de soumettre leurs installations à courant fort à l'inspection régulière instituée par l'A. S. E. et cela aux conditions fixées par celle-ci.

En ce qui concerne les installations intérieures, le comité peut dispenser de cette inspection celles des sociétaires qui sont légalement soumises à la surveillance d'inspectorats cantonaux officiels et cela pour autant que les prescriptions des dits inspectorats peuvent être considérées comme équivalentes à celles de l'A. S. E.

Les sociétaires de l'U. C. S. s'engagent de plus à collaborer à la statistique des centrales suisses d'électricité établie par l'Inspectorat des installations à courant fort suivant la loi fédérale du 24 juin 1902. Ils ont donc à livrer annuellement, à la date et dans la forme prescrite, les renseignements statistiques demandés par l'Inspectorat. Seule la communication de données de nature commerciale est facultative.

Organe des Verbandes.

Art. 8.

Die Organe des V. S. E. sind:
die Generalversammlung,
die Rechnungskontrollstelle,
der Vorstand,
Delegierte des Vorstandes,
das Generalsekretariat,
die Einkaufsabteilung,
die Kommissionen.

Art. 9.

Solange eine regelmässig erscheinende Zeitschrift durch den Vorstand mit Zustimmung der Generalversammlung als obligatorisches *Publikationsorgan* des Verbandes erklärt ist, und die Mitglieder des Verbandes diese Zeitschrift gratis zugestellt erhalten, erfolgen die Mitteilungen des Verbandes an die Mitglieder soweit möglich durch diese Zeitschrift und brauchen den Mitgliedern in keiner andern Weise zur Kenntnis gebracht zu werden.

Die Generalversammlung.

Art. 10.

Die *Generalversammlung* ist zusammengesetzt aus den anwesenden, durch schriftlichen Ausweis legitimierten Vertretern der Mitglieder.

Ein Teilnehmer darf nicht mehr als drei Mitglieder vertreten.

Jedes Mitglied hat für geheime Abstimmungen eine nach dem Mitgliedschaftsbeitrag von 1 bis 6 abgestufte Anzahl Stimmen.

Abstimmungen können auch durch Handmehr stattfinden, in welchem Falle jedem vertretenen Mitglied eine Stimme zukommt.

Wenn von mindestens 10 Mitgliedern geheime Abstimmung verlangt wird, was auch als Wiederholung einer Abstimmung durch Handmehr gefordert werden kann, so ist dieselbe vom Vorsitzenden anzuordnen.

Die Abstimmungsergebnisse werden durch zwei von der Generalversammlung bezeichnete Stimmenzähler festgestellt.

Art. 11.

Es werden *ordentliche* und *ausserordentliche Generalversammlungen*, sowie *Diskussionsversammlungen* abgehalten.

Eine Generalversammlung kann nur gültig verhandeln, wenn die Einladung dazu durch die vorgesehenen Publikationsmittel mindestens zwei Wochen vorher durch den Vorstand an die Mitglieder erlassen worden ist, unter Angabe der Traktanden.

Wünscht ein Mitglied eine weitere Frage auf die Tagesordnung der Generalversammlung zu bringen, so hat es eine bezügliche schriftliche Eingabe innert acht Tagen nach Versand der Traktandenliste an die ständige Geschäftsstelle einzusenden. Der Vorstand hat solche Traktanden bei Eröffnung der Versammlung anzukündigen; wenn darauf ein Antrag auf Verschiebung der Behandlung auf eine andere Generalversammlung gestellt wird, so darf das Traktandum nur behandelt werden, wenn mindestens zwei Drittel der anwesen-

Organes de l'Union.

Art. 8.

Les organes de l'U. C. S. sont:
l'assemblée générale,
les vérificateurs des comptes,
le comité,
les délégués du comité,
le secrétariat général,
la section des achats,
les commissions.

Art. 9.

Tant que le comité reconnaît, avec l'assentiment de l'assemblée générale, une feuille périodique comme organe de publication obligatoire de l'Union, et que les membres la reçoivent gratuitement, les communications aux sociétaires sont faites autant que possible par cette feuille, et l'on peut se dispenser de tout autre mode d'information.

L'assemblée générale.

Art. 10.

L'assemblée générale se compose des délégués présents des sociétaires. Ils doivent être munis d'une légitimation écrite.

Un même participant ne peut représenter plus de trois sociétaires.

Chaque sociétaire a, au vote secret, un nombre de voix variant de 1–6 suivant la cotisation qu'il verse.

Les votations peuvent aussi avoir lieu à main levée, chaque sociétaire présent ayant dans ce cas une seule voix.

Dès que 10 sociétaires réclament le scrutin secret ou la répétition au scrutin secret d'une votation effectuée à main levée, le président doit l'ordonner.

Le scrutin est dépouillé par deux scrutateurs désignés par l'assemblée générale.

Art. 11.

Il y aura des assemblées générales *ordinaires* et *extraordinaires*, ainsi que des assemblées de *discussion.*

Les décisions d'une assemblée générale ne sont valables que si la convocation a été faite régulièrement par le comité dans les organes de publication obligatoires, au moins 15 jours à l'avance, avec indication de l'ordre du jour.

Si un sociétaire désire mettre à l'ordre du jour un objet supplémentaire, il doit le faire connaître par écrit au secrétariat général dans la huitaine qui suit la convocation. A l'ouverture de l'assemblée, le comité annoncera les nouveaux objets mis à l'ordre du jour. Si le renvoi de la délibération à une prochaine assemblée générale est proposé, la question ne pourra être traitée que si les $^2/_3$ des voix présentes au moins se prononcent dans ce sens. La revision des statuts et la liquidation de l'Union ne peuvent

den Stimmen sich dafür aussprechen. Statutenänderungen und Auflösung des Verbandes können nicht auf diesem Wege beantragt werden; es bleiben dafür die Bestimmungen der Art. 22 und 23 vorbehalten.

Gegenstände, deren Behandlung durch eine Generalversammlung von einer bedeutenden Mitgliedergruppe verlangt wird, sind auf die Tagesordnung der nächsten Generalversammlung zu setzen, sofern das Begehren mindestens acht Wochen vor deren Stattfinden gestellt wurde.

Jede statutengemäss einberufene Generalversammlung ist beschlussfähig, unter Vorbehalt der Bestimmungen der Art. 22 und 23.

Art. 11bis. (Beschluss der ausserordentlichen Generalversammlung des V. S. E. vom 4. Juni 1920 in Luzern.) An Stelle der Abstimmung durch eine Generalversammlung kann der Vorstand schriftliche Urabstimmung treten lassen.

Anträge, über welche durch Urabstimmung beschlossen werden soll, sind mit einer Begründung seitens des Vorstandes allen Mitgliedern durch die Post zuzustellen, gleichzeitig mit einer Abstimmungskarte, auf welcher die Zahl (gemäss Art. 10, Absatz 3) der Stimmen des Angefragten ersichtlich ist.

In jedem Fall soll durch eine Vorfrage auf der Stimmkarte zuerst darüber abgestimmt werden, ob der Entscheid über den vorgelegten Antrag durch Urabstimmung zugelassen werden will.

Das Ergebnis der Abstimmung über die Hauptfragen erhält die Bedeutung und Rechtskraft eines Generalversammlungsbeschlusses nur dann, wenn diese Vorfrage von mindestens zwei Drittel der eingesandten Stimmen bejaht wird und mindestens ein Drittel der Stimmen aller Mitglieder eingesandt wurden.

Die zur Urabstimmung gestellten Anträge selbst gelten unter vorstehender Bedingung als angenommen, wenn die Mehrheit der eingesandten Stimmen dafür ist.

Beschlüsse über die Auflösung des Verbandes können nicht durch Urabstimmung gefasst werden.

Von der Versendung der Anträge und Stimmkarten bis zur gültigen Rücksendung ist eine Frist von mindestens zwei Wochen anzusetzen.

Art. 12.

Die regelmässigen Geschäfte der *ordentlichen Generalversammlung* sind:

a) Abnahme von Jahresbericht und Jahresrechnung des Verbandes für das vorangegangene und Genehmigung des Voranschlages für das nächstfolgende Geschäftsjahr;

b) Abnahme des besonderen Jahresberichtes und der Jahresrechnung, Verfügung über das Betriebsergebnis und Genehmigung des Voranschlages der Einkaufsabteilung für die analogen Zeiträume,

alles nach Vorlage des Vorstandes;

c) Festsetzung der Jahresbeiträge gemäss Art. 6 auf Antrag des Vorstandes;

d) Wahl von Präsident und Mitgliedern des Vorstandes gemäss Art. 15;

e) Wahl der Rechnungsrevisoren (Kontrollstelle) gemäss Art. 21;

f) Entgegennahme eines Jahresberichtes über die Tätigkeit des Generalsekretariates und

être proposées par ce moyen; dans ces cas les dispositions des art. 22 et 23, restent réservées.

Si un groupe important de sociétaires demande qu'un objet soit traité par l'assemblée générale, l'objet doit être porté à l'ordre du jour de la prochaine assemblée générale si la demande en a été faite au moins huit semaines à l'avance.

Toute assemblée générale convoquée selon les statuts décide valablement.

Art. 11bis. (Décision de l'assemblée générale extraordinaire de l'U. C. S du 4 juin 1920.) Le comité est autorisé à substituer le vote par correspondance au vote par l'assemblée générale.

Les propositions soumises au vote par correspondance doivent être accompagnées d'une note justificative du comité; elles seront envoyées par la poste à tous les membres, en même temps qu'un bulletin de vote qui indique le nombre de voix attribuées à chaque votant. (Art. 10, alinéa 3.)

Chaque bulletin de vote doit poser la question préliminaire: „Admettez-vous ou non la validité du vote par correspondance?"

Le vote sur la ou les questions fondamentales n'acquiert la valeur d'une décision prise par une assemblée générale que lorsque les suffrages ayant répondu affirmativement à la question préliminaire représentent au moins les $^2/_3$ des voix participant au vote et que cette majorité des $^2/_3$ représente au moins $^1/_3$ des voix de tous les membres.

Les propositions soumises au vote par correspondance sont adoptées lorsqu'elles ont réuni la majorité des voix exprimées.

Une décision concernant la dissolution de l'Union ne peut pas être prise par correspondance.

Il doit être prévu un délai de deux semaines au moins entre la date de la remise des propositions et bulletins de vote et la date fixée pour la réponse.

Art. 12.

Les attributions de l'assemblée générale ordinaire sont:

a) l'approbation du rapport et des comptes de l'Union pour l'année écoulée et du budget de l'année à venir;

b) l'approbation du rapport et des comptes spéciaux de la section des achats, de son budget et les décisions à prendre pour l'utilisation de ses bénéfices, le tout d'après les propositions du comité;

c) la fixation des cotisations annuelles d'après l'article 6, sur proposition du comité;

d) l'élection du président et des membres du comité, selon art. 15;

e) la nomination des vérificateurs des comptes, selon l'article 21;

f) l'audition d'un rapport annuel sur l'activité du secrétariat général et de tous rapports sur des travaux de l'Union ou des commissions;

allfälliger Sonderberichte über Verbands- und Kommissionsarbeiten;

g) Erledigung allfälliger Rekurse gegen Aufnahme, Nichtaufnahme oder Ausschluss von Mitgliedern durch den Vorstand gemäss Art. 5.

Die ordentliche Generalversammlung findet jährlich einmal auf Einberufung durch den Vorstand statt. Mit ihr werden in der Regel Besichtigungen oder Exkursionen verbunden.

Art. 13.

In die Kompetenz *ordentlicher* wie *ausserordentlicher Generalversammlungen* fallen ferner folgende Dinge:

a) Genehmigung der Protokolle vorhergehender Generalversammlungen;

b) Feststellung und Aenderung der Statuten gemäss Art. 22;

c) Feststellung und Aenderung des Organisationsregulativs und allfällige Liquidation der Einkaufsabteilung gemäss Art. 19;

d) Feststellung und Aenderung der Organisation des Generalsekretariates gemäss Art. 18;

e) Beschlussfassung über Verträge, die für den Verband allgemein verbindlicher Natur sind;

f) Behandlung von Anträgen des Vorstandes und von Mitgliedern, eingereicht gemäss Art. 11;

g) Beschlussfassung über Auflösung des Verbandes gemäss Art. 23;

h) eine Generalversammlung ist berechtigt, Befugnisse, welche nach den Statuten Organen des Verbandes zustehen und die nicht nach gesetzlicher Vorschrift durch die Vereinsorgane selbst ausgeübt werden müssen, durch besonderen Vertrag an Gemeinschaftsorgane mit einem anderen hierzu geeigneten Verbande zu übertragen.

Die Einberufung der ausserordentlichen Generalversammlungen geschieht durch den Vorstand. Sie hat jedoch auch innert einer Frist von 2 Monaten zu erfolgen, wenn Mitglieder, die zusammen mindestens ein Zehntel der gesamten Stimmen besitzen, dies unter Angabe der gewünschten Verhandlungsgegenstände verlangen.

Art. 14.

Diskussionsversammlungen werden zur Besprechung technischer und wirtschaftlicher Fragen abgehalten und durch den Vorstand einberufen.

Sie können auch öffentlich erklärt werden.

Sie können keine in die Kompetenz der Generalversammlung fallende Beschlüsse fassen, wohl aber Meinungsäusserungen durch Resolutionen u. dgl. zum Ausdruck bringen.

Der Vorstand.

Art. 15.

Der *Vorstand* besteht aus 7 Mitgliedern, seine Mitgliederzahl kann durch Beschluss jeder Generalversammlung auf 9 erhöht werden.

Seine Mitglieder und aus ihnen der Präsident werden durch die Generalversammlung gewählt.

Als Mitglieder des Vorstandes werden Personen bezeichnet, die den Behörden oder Verwaltungen von Elektrizitätswerken des Verbandes

g) la liquidation des recours relatifs à l'admission, le refus ou l'exclusion de membres par le comité, suivant l'article 5.

L'assemblée générale ordinaire aura lieu une fois par an, en temps et lieu fixés par le comité. Elle est en général combinée avec des excursions.

Art. 13.

Les assemblées générales ordinaires et extraordinaires sont, en outre, compétentes:

a) pour approuver les procès-verbaux des assemblées générales précédentes;

b) pour établir et modifier les statuts selon l'article 22;

c) pour établir et modifier le règlement d'organisation de la section des achats ou pour la liquider;

d) pour arrêter ou modifier l'organisation du secrétariat général, suivant l'article 18;

e) pour prendre des décisions au sujet de conventions liant l'Union dans son ensemble;

f) pour discuter les propositions faites par le comité ou par un sociétaire conformément à l'article 10;

g) pour décider de la dissolution de l'Union selon l'article 23;

h) une assemblée générale peut, par contrat spécial, attribuer à des organes qu'elle a en commun avec une association similaire l'exercice de droits qui appartiennent statutairement à ses propres organes, mais que la loi n'impose pas à ces derniers.

Si des membres de l'Union représentant ensemble le $1/_{10}$ au moins de toutes les voix, demandent la convocation d'une assemblée générale extraordinaire et mentionnent les sujets qu'ils désirent y traiter, le comité est tenu de leur donner satisfaction dans l'espace de deux mois.

Art. 14.

Des assemblées de discussion sont convoquées par le comité pour traiter des questions techniques et économiques.

Elles peuvent être déclarées publiques.

Elles ne peuvent prendre aucune décision sur des sujets qui sont du ressort des assemblées générales, mais elles peuvent manifester leur opinion par des résolutions ou des vœux.

Le comité.

Art. 15.

Le comité se compose de 7 membres, mais ce nombre peut être porté à 9 par décision d'une assemblée générale quelconque.

Les membres du comité sont élus par l'assemblée générale, qui nomme l'un d'eux président.

Il est formé de personnes qui sont fonctionnaires ou appartiennent à l'administration de centrales membres de l'Union. Ces personnes

angehören und Einzelmitglieder des S. E. V. sind. Dabei soll aber auf eine angemessene Vertretung der verschiedenen Landesgegenden und Interessengruppen unter den Werken gesehen werden und dürfen nicht zwei Personen, die demselben Elektrizitätswerke angehören, im Vorstande sein.

Für die Wahl ist das relative Stimmenmehr entscheidend.

Mitglieder und Präsident des Vorstandes werden für eine Amtsdauer von drei Jahren, beginnend mit dem der Generalversammlung folgenden 1. Januar, gewählt.

Jedes Jahr kommen zwei bezw. drei (erstmalig durch das Los bezeichnete) andere der Mitglieder in Erneuerungswahl. Sie sind wiederwählbar.

Art. 16.

Der Vorstand leitet den Verband und vertritt ihn nach aussen.

Ihm liegt insbesondere ob:

a) die allgemeine und administrative Leitung der Einkaufsabteilung entsprechend deren Organisationsregulativ;

b) die allgemeine und administrative Leitung des Generalsekretariates entsprechend dem Organisationsregulativ für dieses;

c) die Wahl der Kommissionen und die allfällige Aufstellung eines Reglementes für dieselben;

d) die Vorbereitung aller Traktanden der Generalversammlungen.

Art. 17.

Der Vorstand kann sich selbst ein Geschäftsreglement geben und konstituiert sich selbst.

Er kann die Aufsicht über das Generalsekretariat und die unmittelbare Geschäftsführung der Einkaufsabteilung einem *Ausschuss* oder *Delegierten* aus seiner Mitte übertragen, ebenso andere Sonderaufgaben.

Das Generalsekretariat.

Art. 18.

Der Verband unterhält zur Durchführung seiner Aufgaben, insbesondere der im Art. 2 verzeichneten Arbeiten ein *Generalsekretariat,* dem auch die Führung von Buchhaltung und Kassa des Verbandes und die Besorgung der Geschäfte der Einkaufsabteilung übertragen sind.

Das Generalsekretariat steht unter der unmittelbaren Leitung des vom Vorstand gewählten Generalsekretärs und ist organisiert und arbeitet nach einem vom Vorstand aufgestellten, von der Generalversammlung genehmigten Organisationsregulativ.

Die Einkaufsabteilung.

Art. 19.

Die *Einkaufsabteilung* (Art. 2, *d*) hat zum Zwecke, den Mitgliedern des V. S. E. die Beschaffung allgemein notwendiger Materialien und Apparate zu günstigen Bedingungen, insbesondere auch den kleinen Elektrizitätswerken die Beschaffung vielgebrauchter Bedarfsartikel möglichst gleich günstig wie den grossen Werken zu ermöglichen

doivent être membres individuels de l'A. S. E. Dans leur choix on veillera à une représentation équitable des diverses régions et des différentes sphères intéressées. Le comité ne peut comprendre deux membres appartenant à une même centrale.

Membres et président sont élus à la majorité relative et pour une période de 3 ans comptée à partir du 1er janvier qui suit l'assemblée générale qui les a nommés.

Le renouvellement des membres du comité a lieu par série chaque année. Les deux premières années la série est de 2 membres et la troisième de 3. Ils sont rééligibles. Les membres sortants seront désignés par le sort les deux premières années.

Art. 16.

Le comité administre l'Union et la représente.

Les affaires de son ressort sont avant tout:

a) la direction générale et administrative de la section des achats, suivant son règlement;

b) la direction générale et administrative du secrétariat général, en conformité avec son règlement;

c) l'élection des commissions et l'établissement éventuel de leurs règlements;

d) la fixation de l'orde du jour des assemblées générales.

Art. 17.

Le comité peut se donner lui-même un règlement et s'organiser comme il l'entend.

Il peut confier à des délégués choisis dans son sein la surveillance du secrétariat général, l'administration directe de la section des achats, ainsi que d'autres tâches spéciales.

Le secrétariat général.

Art. 18.

L'Union entretient un secrétariat général chargé de l'exécution des travaux, en particulier de ceux désignés à l'article 2, *(a, b, d* et *e)* et peut aussi lui confier la comptabilité et la caisse de l'Union, ainsi que la direction détaillée des affaires de la section des achats.

Le secrétariat général est dirigé par un secrétaire général nommé par le comité. Il est organisé et fonctionne d'après un règlement élaboré par le comité et approuvé par l'assemblée générale.

La section des achats.

Art. 19.

Le but de la section des achats (art. 2, *d*) est de procurer aux membres de l'U. C. S. des matières premières et des appareils à des conditions favorables; elle est destinée en particulier à livrer aux petites entreprises des matières premières d'usage très courant, à des prix sensiblement aussi avantageux que ceux auxquels

und die Qualität der Ware durch technische Vorschriften und regelmässige Prüfungen zu sichern.

Der Umfang ihres Geschäftskreises, d. h. die Bestimmung der Waren, mit deren Einkauf sie sich befassen soll und darf, wird auf Antrag des Vorstandes durch die Generalversammmlung festgesetzt.

Die Beteiligung an den von der Einkaufsabteilung organisierten Wareneinkäufen ist den Mitgliedern freigestellt.

Die Einkaufsabteilung ist eine sich selbst, d. h. ohne Zuschüsse aus der Verbandskasse erhaltende Unternehmung. Ein nach Bestreitung der Unkosten und angemessener Rücklagen resultierender Gewinn steht zur Verfügung der Generalversammlung.

Sie ist organisiert und betrieben nach einem vom Vorstand ausgearbeiteten und von der Generalversammlung zu genehmigenden Organisationsregulativ.

Die Kommissionen.

Art. 20.

Zur Beratung besonderer Fragen kann der Vorstand aus sachverständigen Mitgliedern des Vereins *temporäre Kommissionen* bestellen. Wünsche bedeutender Mitgliedergruppen sind dabei tunlichst zu berücksichtigen. Er bezeichnet auch die Präsidenten der Kommission.

Diese Kommissionen sollen besonders dafür dienen, für Aufgaben, deren Bearbeitung dem Generalsekretariat übertragen ist, die Fühlung der ausführenden Organe mit den interessierten Mitgliedern zu erhalten.

Die temporären Kommissionen werden nach Erfüllung ihrer Aufgabe vom Vorstande aufgelöst.

Für bestimmte bleibende Arbeitsgebiete kann der Vorstand in analoger Weise auch *ständige Kommissionen* bestellen, namentlich für die Beziehungen zu internationalen Institutionen und andern Verbänden. Die Mitglieder dieser Kommissionen werden mit Wiederwählbarkeit auf die Dauer von je drei Jahren gewählt.

Der Vorstand kann ein Reglement über die Kommissionen aufstellen, in welchem auch die Entschädigungen für deren Mitglieder festgesetzt sind.

Rechnungsführung und Unterschriften.

Art. 21.

Das Rechnungsjahr und allgemeine Geschäftsjahr des Verbandes wie der Einkaufsabteilung fällt mit dem Kalenderjahr zusammen.

Die Rechnung der Einkaufsabteilung ist von der allgemeinen Verbandsrechnung getrennt zu führen.

Zur Prüfung der Jahresrechnungen des Verbandes und der Einkaufsabteilung werden alljährlich durch die ordentliche Generalversammlung zwei *Rechnungsrevisoren* und zwei Suppleanten als Kontrollstelle gewählt.

Der Präsident oder in Stellvertretung ein Mitglied des Vorstandes mit dem Generalsekretär oder einem weiteren Vorstandsmitgliede führen zu zweien rechtsverbindliche Kollektivunterschrift für den Verband.

Die Unterschriftenberechtigung für die Angelegenheiten der Einkaufsabteilung wird durch deren Organisationsregulativ geregelt, ebenso die-

les grandes les obtiennent. Par l'application de prescriptions techniques et par des essais réguliers, la section des achats cherche à obtenir des marchandises de 1re qualité.

L'assemblée générale décide, sur proposition du comité, quelles sont les marchandises dont la section des achats aura à s'occuper.

La participation des sociétaires aux achats organisés par la section des achats est facultative.

La section des achats s'organise financièrement par ses propres moyens, sans subvention de la caisse de l'Union. L'assemblée générale décidera de l'emploi de ses bénéfices éventuels après avoir fait face aux frais généraux et à des réserves proportionnées.

La section est organisée et fonctionne d'après un règlement élaboré par le comité et approuvé par l'assemblée générale.

Les commissions.

Art. 20.

Pour solutionner des questions spéciales, le comité peut constituer des commissions temporaires composées d'experts choisis parmi les membres de l'Union, en tenant compte de désirs éventuels de groupes importants de membres. Le comité désigne les présidents des commissions.

Ces commissions servent en particulier à maintenir le contact entre les membres intéressés et les organes chargés de l'exécution des travaux laissés aux soins du secrétariat général.

Leurs tâches terminées, le comité les dissout.

Pour des affaires de longue haleine, tels que les rapports avec des institutions internationales et avec d'autres associations, le comité peut de même créer des commissions permanentes, dont les membres sont nommés pour 3 ans et sont rééligibles.

Le comité peut rédiger un règlement fixant entre autres les indemnités allouées aux membres des commissions.

Comptabilité et signatures.

Art. 21.

L'année comptable de l'Union et de sa section des achats commence le 1er janvier.

Les comptes de la section des achats son séparés de ceux de l'Union.

Les uns et les autres sont contrôlés chaque années par deux vérificateurs et deux suppléants, nommés par l'assemblée générale ordinaire.

Pour engager l'Union il faut deux signatures; d'une part celle du président ou, à défaut, d'un membre du comité, d'autre part, celle d'un second membre du comité ou du secrétaire général.

Le pouvoir de signer au nom de la section des achats ainsi qu'au nom du secrétariat général, de la caisse et de la comptabilité, est précisé dans les règlements.

jenige für den Verkehr des Generalsekretariates und der Buchhaltung und Kassa durch das Organisationsregulativ des erstern. Weitere Unterschriftsberechtigungen (Einzel- oder Kollektivunterschrift, Einzel- oder Kollektivprokura) können vom Vorstande festgesetzt werden.

(Beschluss der ausserordentlichen Generalversammlung des V. S. E. vom 4. Juni 1920 in Luzern.)

Statutenänderung.

Art. 22.

Die Abänderung der Statuten kann nur beschlossen werden durch eine ordnungsgemäss nach Art. 11 unter Mitteilung des Aenderungsantrages einberufene Generalversammlung, in welcher mindestens ein Drittel der Stimmen aller Mitglieder vertreten sind.

Anträge von Mitgliedern auf Aenderung der Statuten müssen mindestens vier Wochen vor der Versammlung schriftlich und formuliert an den Vorstand gelangt sein.

Auflösung des Verbandes.

Art. 23.

Die Auflösung des Verbandes kann nur durch eine Generalversammlung beschlossen werden, zu welcher ordnungsgemäss nach Art. 11 eingeladen wurde unter Mitteilung des Antrages auf Auflösung und in welcher mindestens ein Drittel der Stimmen aller Mitglieder vertreten sind.

Anträge von Mitgliedern auf Auflösung müssen mindestens drei Monate vor der Versammlung schriftlich an den Vorstand gelangt sein.

Die Auflösung ist nur beschlossen, wenn sich in der Generalversammlung mindestens zwei Drittel der Stimmen aller Mitglieder dafür ausgesprochen haben.

Im Falle der Auflösung beschliesst die Generalversammlung über die Verwendung des Verbandsvermögens.

Vorliegende Statuten treten gemäss Beschluss der Generalversammlung vom 3. April 1919 in Olten am 1. Juli 1919 in Kraft.

Der Präsident des V. S. E.
als Vorsitzender
der Generalversammlung:

(gez.) *Ed Dubochet.*

Der Generalsekretär
als Protokollführer
der Generalversammlung:

(gez.) *Wyssling.*

Le comité est autorisé à donner la signature (personnelle, collective, etc.) encore à d'autres personnes.

(Décision de l'assemblée générale extraordinaire de l'U. C. S. du 4 juin 1920.)

Modification des statuts.

Art. 22.

La revision des statuts ne peut être décidée que par une assemblée générale convoquée régulièrement d'après l'art. 11 des statuts, avec communication de la proposition de revision, et à laquelle au moins $1/3$ des voix de tous les sociétaires soit représenté.

Les propositions des sociétaires concernant les modifications des statuts doivent être présentées par écrit au comité et doivent être formulées au moins 4 semaines avant l'assemblée.

Dissolution de l'Union.

Art. 23.

L'Union ne peut être dissoute que par une assemblée générale convoquée régulièrement d'après l'art. 11 des statuts, avec communication de la proposition de liquidation et à laquelle au moins $1/3$ des voix de tous les sociétaires soit représenté.

Les propositions de dissolution émanant de sociétaires doivent être adressées au comité, par écrit et au moins trois mois avant l'assemblée générale.

La liquidation ne peut être décidée à l'assemblée générale que par une majorité d'au moins $2/3$ des voix de tous les sociétaires.

En cas de liquidation, l'assemblée générale décide de l'emploi de la fortune de l'association.

Conformément à la décision de l'assemblée générale du 3 avril 1919 à Olten, les présents statuts entreront en vigueur le 1er juillet 1919.

Le président de l'U. C. S.
et président
de l'assemblée générale:

(sig.) *Ed Dubochet.*

Le secrétaire général
et secrétaire
de l'assemblée générale:

(sig.) *Wyssling.*

Qualitätszeichen des S. E. V.

Stand am 1. Januar 1929.

Kleintransformatoren.

Gemäss den « Normalien zur Prüfung und Bewertung von Kleintransformatoren von höchstens 500 VA für Hausinstallationen » und auf Grund der mit Erfolg bestandenen Annahmeprüfung steht folgenden Firmen für die nachstehend angeführten Kleintransformatorentypen das Recht zur Führung des S.E.V.-Qualitätszeichens zu:

Moser, Glaser & Co., Spezialfabrik für Transformatoren, Basel:
Klasse a der Normalien: Type KTNaO (5 VA).

Siemens-E.A.G., Abteilung Siemens-Schuckert-Werke, Zürich:
Klasse a der Normalien: Type Ta (8 VA).

Walter O. M. Schröder, Wädenswil (Schweizerischer Vertreter der Enn-Werke, *Nürnberg):*
Klasse a der Normalien: Type Ta (8 VA)

Schindler & Co., Luzern:
Klasse b der Normalien: Type Tb 300 (300 VA)
Klasse b der Normalien: Type Tb 500 (500 VA)

Isolierte Leiter.

Gemäss den « Normalien zur Prüfung und Bewertung von isolierten Leitern für Hausinstallationen » und auf Grund der mit Erfolg bestandenen Annahmeprüfung steht folgenden Firmen für die nachstehend angeführten Leiterarten das Recht zur Führung des S.E.V.-Qualitätszeichens zu.

Das Zeichen besteht in dem gesetzlich geschützten S. E. V.-Qualitätsfadens, welcher an gleicher Stelle wie der Firmenkennfaden angeordnet ist und auf hellem Grunde die oben angeführten Morsezeichen in schwarzer Farbe trägt.

Suhner & Co., Draht-, Kabel- und Gummiwerke, Herisau:

Gummischlauchleiter, Einleiter-GS-Draht
Gummischlauchleiter, Einleiter-GS-Seil
Starkgummischlauchleiter, Einleiter-SGS-Draht
Starkgummischlauchleiter, Einleiter-SGS-Seil
Gummibleikabel, Einleiter-GK-Draht
Gummibleikabel, Mehrleiter-GK-Draht
Fassungsadern, Einleiter-FA-Draht
Fassungsadern, Einleiter-FA-Litze
Fassungsadern, Mehrleiter-FA-Draht
Fassungsadern, Mehrleiter-FA-Litze
Pendelschnüre, Mehrleiter-PS
Verseilte Schnüre, Mehrleiter-VS
Rundschnüre, Mehrleiter-RS
Gummiaderschnüre, Mehrleiter-GAS
Apparateschnüre, Mehrleiter-AS
Verstärkte Apparateschnüre, Mehrleiter-VAS
Panzer-Apparateschnüre, Mehrleiter-PAS.

Aktiengesellschaft R. & E. Huber, Schweiz. Draht-, Kabel- und Gummiwerke, Pfäffikon:

Gummischlauchleiter, Einleiter-GS-Draht
Gummischlauchleiter, Einleiter-GS-Seil

Marque de qualité de l'A. S. E.

Etat au 1er janvier 1929.

Transformateurs de faible puissance.

En se basant sur les «Normes de l'A. S. E. pour transformateurs d'une puissance ne dépassant pas 500 VA» et l'épreuve d'admission, subie avec succès, les Institutions de contrôle de l'A. S. E. ont accordé aux maisons suivantes le droit à la marque de qualité de l'A. S. E. pour les types de transformateurs de faible puissance suivants:

Moser, Glaser & Cie., Fabrique de transformateurs, Bâle:
Classe a des normes: type K T Na O (5 VA).

Siemens-E.A.G., division Siemens-Schuckert-Werke, Zurich:
Classe a des normes: type Ta (8 VA).

Walter O. M. Schröder, Wädenswil (Représent. suisse de la maison Enn-Werke, *Nürnberg):*
Classe a des normes: type Ta (8 VA)

Schindler & Co., Luzern:
Classe b des normes: type Tb 300 (300 VA)
Classe b des normes: type Tb 500 (500 VA)

Conducteurs isolés.

En se basant sur les «Normes pour conducteurs isolés destinés aux installations intérieures» et à la suite de l'épreuve d'admission, subie avec succès, les Institutions de contrôle de l'A. S. E. ont accordé aux maisons suivantes le droit à la marque de qualité de l'A. S. E. pour toutes les sections normales des classes de conducteurs spécifiées ci-après.

La marque déposée consiste en un fil distinctif de qualité de l'A. S. E., placé au même endroit que le fil distinctif de firme et portant, en noir sur fond clair, les signes Morse reproduits plus haut.

Suhner & Cie., Draht-, Kabel- und Gummiwerke, Herisau:

Cond. à gaine de caoutchouc, c.s.-GS-f.m. [1])
Cond. à gaine de caoutchouc, c.s.-GS.-f.c.
Cond. à gaine de c. renforcée, c.s-SGS-f.m.
Cond. à gaine de c. renforcée, c.s.-SGS-f.c.
Câbles s^s plomb, is. au caoutchouc, c.s.-GK-f.m.
Câbles s^s plomb, is. au caoutchouc, c.m.-GK-f.m.
Fils pour lustrerie, c.s.-FA-f.m.
Fils pour lustrerie, c.s.-FA-f.t.
Fils pour lustrerie, c.m.-FA-f.m.
Fils pour lustrerie, c.m.FA-f.t.
Cordons pour suspensions à tirage, c.m.-PS
Cordons torsadés, c.m.-VS
Cordons ronds, conducteurs multiples - RS
Cordons à gaine de caoutchouc, c.m.-GAS
Cordons pour appareils mobiles, c.m.-AS
Cordons renforcés pour app. mobiles, c.m.-VAS
Cordons armés p^r appareils mobiles, c.m.-PAS.

Société Anonyme R. & E. Huber, Schweiz. Draht-, Kabel- und Gummiwerke, Pfäffikon:

Cond. à gaine de caoutchouc, c.s.-GS-f.m.
Cond. à gaine de caoutchouc, c.s.-GS.-f.c.

[1]) *Abrév.:* c. s. = conducteur simple; f. m. = fil massif; c. m. = conducteur multiple; f. c. = fil câblé; f. t. = fil toronné.

Starkgummischlauchleiter, Einleiter-SGS-Draht
Starkgummischlauchleiter, Einleiter-SGS-Seil
Gummibleikabel, Einleiter-GK-Draht
Gummibleikabel, Einleiter-GK-Seil
Gummibleikabel, Mehrleiter-GK-Draht
Gummibleikabel, Mehrleiter-GK-Seil
Fassungsadern, Einleiter-FA-Draht
Fassungsadern, Mehrleiter-FA-Draht
Fassungsadern, Mehrleiter-FA-Litze
Pendelschnüre, Mehrleiter-PS
Verseilte Schnüre, Mehrleiter-VS
Rundschnüre, Mehrleiter-RS
Gummiaderschnüre, Mehrleiter-GAS
Apparateschnüre, Mehrleiter-AS
Verstärkte Apparateschnüre, Mehrleiter-VAS
Panzer-Apparateschnüre, Mehrleiter-PAS.

Schweizer. Draht- und Gummiwerke, Altdorf:

Gummischlauchleiter, Einleiter-GS-Draht
Gummischlauchleiter, Einleiter-GS-Seil
Starkgummischlauchleiter, Einleiter-SGS-Draht
Starkgummischlauchleiter, Einleiter-SGS-Seil
Gummibleikabel, Einleiter-GK-Draht
Gummibleikabel, Einleiter-GK-Seil
Gummibleikabel, Mehrleiter-GK-Draht
Gummibleikabel, Mehrleiter-GK-Seil
Fassungsadern, Einleiter-FA-Draht
Fassungsadern, Einleiter-FA-Litze
Fassungsadern, Mehrleiter-FA-Draht
Fassungsadern, Mehrleiter-FA-Litze
Pendelschnüre, Mehrleiter-PS
Verseilte Schnüre, Mehrleiter-VS
Rundschnüre, Mehrleiter-RS
Gummiaderschnüre, Mehrleiter-GAS
Apparateschnüre, Mehrleiter-AS
Verstärkte Apparateschnüre, Mehrleiter-VAS
Panzer-Apparateschnüre, Mehrleiter-PAS.

Société Anonyme des Câbleries et Tréfileries, Cossonay:

Gummischlauchleiter, Einleiter-GS-Draht
Gummischlauchleiter, Einleiter-GS-Seil
Starkgummischlauchleiter, Einleiter-SGS-Draht
Starkgummischlauchleiter, Einleiter-SGS-Seil
Gummibleikabel, Einleiter-GK-Seil
Gummibleikabel, Mehrleiter-GK-Draht
Gummibleikabel, Mehrleiter-GK-Seil
Fassungsadern, Einleiter-FA-Draht
Fassungsadern, Einleiter-FA-Litze
Fassungsadern, Mehrleiter-FA-Draht
Fassungsadern, Mehrleiter-FA-Litze
Pendelschnüre, Mehrleiter-PS
Verseilte Schnüre, Mehrleiter-VS
Rundschnüre, Mehrleiter-RS
Verstärkte Apparateschnüre, Mehrleiter-VAS.

Kupferdraht-Isolierwerke A.-G., Wildegg:

Gummischlauchleiter, Einleiter-GS-Draht
Gummischlauchleiter, Einleiter-GS-Seil
Starkgummischlauchleiter, Einleiter-SGS-Draht
Starkgummischlauchleiter, Einleiter-SGS-Seil
Gummibleikabel, Einleiter-GK-Draht
Gummibleikabel, Mehrleiter-GK-Draht
Gummibleikabel, Mehrleiter-GK-Seil
Fassungsadern, Einleiter-FA-Draht
Fassungsadern, Einleiter-FA-Litze
Fassungsadern, Mehrleiter-FA-Draht
Fassungsadern, Mehrleiter-FA-Litze
Pendelschnüre, Mehrleiter-PS
Verseilte Schnüre, Mehrleiter-VS

Cond. à gaine de c. renforcée, c.s-SGS-f.m.
Cond. à gaine de c. renforcée, c.s.-SGS-f.c.
Câbles s^{s} plomb, is. au caoutchouc, c.s.-GK-f.m.
Câbles s^{s} plomb, is. au caoutchouc, c.m.-GK-f.c.
Câbles s^{s} plomb, is. au caoutchouc, c.m.-GK-f.m.
Câbles s^{s} plomb, is. au caoutchouc, c.m.-GK-f.c.
Fils pour lustrerie, c.s.-FA-f.m.
Fils pour lustrerie, c.m.-FA-f.m.
Fils pour lustrerie, c.m.-FA-f.t.
Cordons pour suspensions à tirage, c.m.-PS
Cordons torsadés, conducteurs multiples - VS
Cordons ronds, conducteurs multiples - RS
Cordons à gaine de caoutchouc, c.m.-GAS
Cordons pour appareils mobiles, c.m.-AS
Cordons renforcés pour app. mobiles, c.m.-VAS
Cordons armés p^{r} appareils mobiles, c.m.-PAS.

Schweizer. Draht- und Gummiwerke, Altdorf:

Cond. à gaine de caoutchouc, c.s.-GS-f.m.
Cond. à gaine de caoutchouc, c.s.-GS.-f.c.
Cond. à gaine de c. renforcée, c.s-SGS-f.m.
Cond. à gaine de c. renforcée, c.s.-SGS-f.c.
Câbles s^{s} plomb, is. au caoutchouc, c.s.-GK-f.m.
Câbles s^{s} plomb, is. au caoutchouc, c.s.-GK-f.c.
Câbles s^{s} plomb, is. au caoutchouc, c.m.-GK-f.m.
Câbles s^{s} plomb, is. au caoutchouc, c.m.-GK-f.c.
Fils pour lustrerie, c.s.-FA-f.m.
Fils pour lustrerie, c.s.-FA-f.t.
Fils pour lustrerie, c.s.-FA-f.m.
Fils pour lustrerie, c.m.-FA-f.t.
Cordons pour suspensions à tirage, c.m.-PS
Cordons torsadés, conducteurs multiples - VS
Cordons ronds, conducteurs multiples - RS
Cordons à gaine de caoutchouc, c.m.-GAS
Cordons pour appareils mobiles, c.m.-AS
Cordons renforcés pour app. mobiles c.m.-VAS
Cordons armés p^{r} appareils mobiles, c.m.-PAS.

Société Anonyme des Câbleries et Tréfileries, Cossonay:

Cond. à gaine de caoutchouc, c.s.-GS-f.m.
Cond. à gaine de caoutchouc, c.s.-GS.-f.c.
Cond. à gaine de c. renforcée, c.s-SGS-f.m.
Cond. à gaine de c. renforcée, c.s.-SGS-f.c.
Câbles s^{s} plomb, is. au caoutchouc, c.s.-GK-f.c.
Câbles s^{s} plomb, is. au caoutchouc, c.s.-GK-f.m.
Câbles s^{s} plomb, is. au caoutchouc, c.m.-GK-f.c.
Fils pour lustrerie, c.s.-FA-f.m.
Fils pour lustrerie, c.s.-FA-f.t.
Fils pour lustrerie, c.m.-FA-f.m.
Fils pour lustrerie, c.m.-FA-f.t.
Cordons pour suspensions à tirage, c.m.-PS
Cordons torsadés, conducteurs multiples - VS
Cordons ronds, conducteurs multiples - RS
Cordons renforcés pour app. mobiles, c.m.-VAS.

Kupferdraht-Isolierwerke A.-G., Wildegg:

Cond. à gaine de caoutchouc, c.s.-GS-f.m.
Cond. à gaine de caoutchouc, c.s.-GS.-f.c.
Cond. à gaine de c. renforcée, c.s-SGS-f.m.
Cond. à gaine de c. renforcée, c.s.-SGS-f.c.
Câbles s^{s} plomb, is. au caoutchouc, c.s.-GK-f.m.
Câbles s^{s} plomb, is. au caoutchouc, c.m.-GK-f.m.
Câbles s^{s} plomb, is. au caoutchouc, c.m.GK.-f.c.
Fils pour lustrerie, c.s.-FA-f.m.
Fils pour lustrerie, c.s.-FA-f.t.
Fils pour lustrerie, c.m.-FA-f.m.
Fils pour lustrerie, c.m.-FA-f.t.
Cordons pour suspensions à tirage, c.m.-PS
Cordons torsadés, conducteurs multiples - VS

Rundschnüre, Mehrleiter-RS
Gummiaderschnüre, Mehrleiter-GAS.

Draht- und Kabelwerke Stein a. Rh. A.-G.:
Gummischlauchleiter, Einleiter-GS-Draht
Starkgummischlauchleiter, Einleiter-SGS-Draht
Fassungsadern, Einleiter-FA-Draht
Fassungsadern, Einleiter-FA-Litze
Pendelschnüre, Mehrleiter-PS
Verseilte Schnüre, Mehrleiter-VS
Rundschnüre, Mehrleiter-RS

Société d'Exploitation des Câbles Electriques, Cortaillod:
Gummibleikabel, Einleiter-GK-Draht
Gummibleikabel, Mehrleiter-GK-Draht
Papierbleikabel, Einleiter-PK-Draht
Papierbleikabel, Mehrleiter-PK-Draht

Kabelwerke Brugg A.-G., Brugg:
Gummibleikabel, Einleiter-GK-Draht
Gummibleikabel, Einleiter-GK-Seil
Gummibleikabel, Mehrleiter-GK-Draht
Gummibleikabel, Mehrleiter-GK-Seil
Papierbleikabel, Einleiter-PK-Draht
Papierbleikabel, Einleiter-PK-Seil
Papierbleikabel, Mehrleiter-PK-Draht
Papierbleikabel, Mehrleiter-PK-Seil

Blumenthal Frères, Lausanne (Schweizerische Vertretung der Süddeutschen Kabelwerke G. m. b. H., *Mannheim):*
Gummischlauchleiter, Einleiter-GS-Draht
Fassungsadern, Mehrleiter-FA-Litze
Pendelschnüre, Mehrleiter-PS
Verseilte Schnüre, Mehrleiter-VS

Levy fils, Basel (Schweizerische Vertretung des Kabelwerkes *Duisburg):*
Gummischlauchleiter, Einleiter-GS-Draht
Gummischlauchleiter, Einleiter-GS-Seil
Starkgummischlauchleiter, Einleiter-SGS-Draht
Starkgummischlauchleiter, Einleiter-SGS-Seil
Gummibleikabel, Einleiter-GK-Draht
Gummibleikabel, Einleiter-GK-Seil
Gummibleikabel, Mehrleiter-GK-Draht
Gummibleikabel, Mehrleiter-GK-Seil
Papierbleikabel, Einleiter-PK-Draht
Papierbleikabel, Einleiter-PK-Seil
Papierbleikabel, Mehrleiter-PK-Draht
Papierbleikabel, Mehrleiter-PK-Seil
Fassungsadern, Einleiter-FA-Draht
Fassungsadern, Einleiter-FA-Litze
Fassungsadern, Mehrleiter-FA-Draht
Fassungsadern, Mehrleiter-FA-Litze
Pendelschnüre, Mehrleiter-PS
Verseilte Schnüre, Mehrleiter-VS
Rundschnüre, Mehrleiter-RS
Apparateschnüre, Mehrleiter-AS

R. H. Gachnang, Zürich (Schweizerische Vertretung der Holländischen Draht- und Kabelwerke, *Amsterdam):*
Gummischlauchleiter, Einleiter-GS-Draht
Gummischlauchleiter, Einleiter-GS-Seil
Gummibleikabel, Einleiter-GK-Draht
Gummibleikabel, Mehrleiter-GK-Draht
Verseilte Schnüre, Mehrleiter-VS
Rundschnüre, Mehrleiter-RS
Gummiaderschnüre, Mehrleiter-GAS
Verstärkte Apparateschnüre, Mehrleiter-VAS

Cordons ronds, conducteurs multiples - RS
Cordons à gaine de caoutchouc, c.m.-GAS

Draht- und Kabelwerke Stein a. Rh. A.-G.:
Cond. à gaine de caoutchouc, c.s.-GS-f.m.
Cond. à gaine de c. renforcée, c.s.-SGS-f.m.
Fils pour lustrerie, c.s.-FA-f.m.
Fils pour lustrerie, c.s.-FA-f.t.
Cordons pour suspensions à tirage, c.m.-PS
Cordons torsadés, conducteurs multiples-VS
Cordons ronds, conducteurs multiples-RS

Société d'Exploitation des Câbles Electriques, Cortaillod:
Câbles s[s] plomb, is. au caoutchouc, c.s.-GK-f.m.
Câbles s[s] plomb, is. au caoutchouc, c.m.-GK-f.m.
Câbles s[s] plomb, isolés au papier, c.s.-PK-f.m.
Câbles s[s] plomb, isolés au papier, c.m.-PK-f.m.

Kabelwerke Brugg A.-G., Brugg:
Câbles s[s] plomb, is. au caoutchouc, c.s.-GK-f.m.
Câbles s[s] plomb, is. au caoutchouc, c.s.-GK-f.c.
Câbles s[s] plomb, is. au caoutchouc, c.m.-GK-f.m.
Câbles s[s] plomb, is. au caoutchouc, c.m.-GK-f.c.
Câbles s[s] plomb, isolés au papier, c.s.-PK-f.m.
Câbles s[s] plomb, isolés au papier, c.s.-PK-f.c.
Câbles s[s] plomb, isolés au papier, c.m.-PK-f.m.
Câbles s[s] plomb, isolés au papier, c.m.-PK-f.c.

Blumenthal Frères, Lausanne (Représentant Suisse de la maison Süddeutsche Kabelwerke G. m. b. H., *Mannheim):*
Conducteur à gaine de caoutchouc, c.s.-GS-f.m.
Fils pour lustrerie, conducteurs-multiples-FA-f.t.
Cordons pour suspensions à tirage, c.m.-PS
Cordons torsadés, conducteurs-multiples-VS

Levy fils, Bâle (Représentant Suisse de la maison Kabelwerke *Duisburg):*
Conducteur à gaine de caoutchouc, c.s.-GS-f.m.
Conducteur à gaine de caoutchouc, c.s.-GS-f.c.
Cond. à gaine de c. renforcée, c.s.-SGS-f.m.
Cond. à gaine de c. renforcée, c.s.-SGS-f.c.
Câbles s[s] plomb, is. au caoutchouc, c.m.-GK-f.m.
Câbles s[s] plomb, is. au caoutchouc, c.s.-GK-f.c.
Câbles s[s] plomb, is. au caoutchouc, c.m.-GK-f.m.
Câbles s[s] plomb, is. au caoutchouc, c.m.-GK-f.c.
Câbles sous plomp, is. au papier, c.s.-PK-f.m.
Câbles sous plomp, is. au papier, c.s.-PK-f.c.
Câbles sous plomp, is. au papier, c.m.-PK-f.m.
Câbles sous plomp, is. au papier, c.m.-PK-f.c.
Fils pour lustrerie, c.s.-FA-f.m.
Fils pour lustrerie, c.s.-FA-f.t.
Fils pour lustrerie, c.m.-FA-f.m.
Fils pour lustrerie, c.m.-FA-f.t.
Cordons pour suspensions à tirage, c.m.-PS
Cordons torsadés, c.m.-VS
Cordons ronds, c.m.-RS
Cordons pour appareils mobiles, c.m.-AS

R. H. Gachnang, Zurich (Représentant suisse de la maison Holländische Draht- und Kabelwerke, *Amsterdam):*
Conducteur à gaine de caoutchouc, c.s.-GS-f.m.
Conducteur à gaine de caoutchouc, c.s.-GS-f.c.
Câbles s[s] plomb, is. au caoutchouc, c.s.-GK-f.m.
Câbles s[s] plomb, is. au caoutchouc, c.m.-GK-f.m.
Cordons torsadés, c.m.-VS
Cordons ronds, c.m.-RS
Cordons à gaine de caoutchouc, c.m.-GAS
Cordons renforcés pour app. mobiles, c.m.-VAS

Veröffentlichungen des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins.
Publications de l'Association Suisse des Electriciens.

Die nachstehend aufgeführten Drucksachen sind durch das **Generalsekretariat des S.E.V. und V.S.E., Seefeldstrasse 301, Zürich 8** zu beziehen:

Les imprimés énumérés ci-dessous sont en vente au **secrétariat général de l'A.S.E. et de l'U.C.S. (Seefeldstrasse 301) Zurich 8**:

	Preise für Mitglieder / Prix pour les membres fr.	Preise für Nicht-Mitglieder / Prix pour d'autres personnes fr.
Vorschriften. - Prescriptions.		
Vorschriften betreffend Erstellung, Betrieb und Instandhaltung elektrischer Hausinstallationen, 1927	4.–	6.–
Prescriptions relatives à l'établissement, à l'exploitation et à l'entretien des installations électriques intérieures, 1927	4.–	6.–
Prescrizioni relative all' esecuzione ed alla manutenzione degli impianti elettrici interni, 1927	4.–	6.–
Schweizerische Gesetzgebung über die elektrischen Anlagen, herausgegeben vom Eidg. Post- und Eisenbahndepartement	(in Neubearbeitung)	
Législation suisse en matière d'installations électriques, édition 1908, avec les suppléments	4.–	4.–
Projektanzeigenformulare für Niederspannungsfreileitungen	–.20	–.20
Formulaires pour les avis de projets pour lignes à basse tensions	–.20	–.20
Anleitungen zur Hilfeleistung bei durch elektrischen Strom verursachten Unfällen		
a) Taschenformat	–.40	–.50
b) Plakatformat (unaufgezogen)	–.30	–.50
c) auf Blechtafeln	1.80	2.–
Instructions pour les soins à donner en cas d'accidents causés par l'électricité		
a) petit format	–.15	–.20
b) format placard (non collé)	–.30	–.50
c) en aluminium	1.80	2.–
Istruzioni concernenti il soccorso in caso d'infortuni cagionati da corrente elettrica		
a) formato tascabile	–.15	–.20
b) formato affisso	–.30	–.50
c) in aluminium	1.80	2.–
Anweisungen über das Verhalten gegenüber elektrischen Leitungen		
a) Plakatformat (unaufgezogen)	–.25	–.30
b) auf Blechtafeln	1.80	2.–
Anleitung zur Organisation, Ausrüstung und Instruktion der elektrischen Abteilungen der Feuerwehr, 1911	–.70	–.70
Prescriptions pour l'organisation, l'équipement et l'instruction des sections d'électriciens des corps de sapeurs-pompiers, 1911	–.70	–.70
Normalien. - Normes.		
Normen für Spannungen und Spannungsprüfungen	1.–	1.50
Normes pour les tensions et les essais d'isolation	1.–	1.50
Normalien zur Prüfung und Bewertung von isolierten Leitern für Hausinstallationen	1.50	2.–
Normes pour conducteurs isolés destinés aux installations intérieures	1.50	2.–
Normalien zur Prüfung und Bewertung von Kleintransformatoren von höchstens 500 VA für Hausinstallationen	1.–	1.50
Normes pour l'examen de transformateurs d'une puissance ne dépassant pas 500 VA et destinés aux installations intérieures	1.–	1.50
Normen für Schmelzsicherungen für Niederspannungsanlagen	–.40	–.50
Normes pour coupe-circuits destinés aux installations à basse tension	–.40	–.50
Normalien zur Prüfung und Bewertung von Mineralöl für Transformatoren und Schalter	1.–	1.50
Normes relatives à l'essai des huiles minérales pour transformateurs et interrupteurs	1.–	1.50
Normalien zur Prüfung und Bewertung von Schaltern für Hausinstallationen	1.50	2.–
Normes pour interrupteurs destinés aux installations intérieures	1.50	2.–
Normen zur Prüfung und Bewertung von Steckkontakten in Hausinstallationen	1.50	2.–
Normes pour prises de courant destinés aux installations intérieures	1.50	2.–

	Preise für Mitglieder / Prix pour les membres fr.	Nicht-Mitglieder / d'autres personnes fr.
Die nachstehend aufgeführten Drucksachen sind durch das **Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E.**, Seefeldstrasse 301, **Zürich 8** zu beziehen: Les imprimés énumérés ci-dessous sont en vente au **secrétariat général de l'A. S. E. et de l'U. C. S.** (Seefeldstrasse 301) **Zurich 8**:		
Leitsätze und Wegleitungen, Kommissionsarbeiten. Directives, Travaux des commissions.		
Wegleitung für den Schutz von Wechselstromanlagen gegen Ueberspannungen, aufgestellt von der Kommission des S. E. V. und V. S. E. für Hochspannungsapparate, Ueberspannungsschutz und Brandschutz (Jahrgang 1923, No. 6)	2.–	2.50
Guide pour la protection des installations électriques à courant alternatif contre les surtensions, établi par la Commission de l'A. S. E. et de l'U. C. S. pour les appareils à haute tension et la protection contre les surtensions et l'incendie (année 1923, No. 6)	2.–	2.50
Wegleitung für den Schutz von Gleichstromanlagen gegen Ueberspannungen, aufgestellt von der Kommission des S. E. V. und V. S. E. für Hochspannungsapparate, Ueberspannungsschutz und Brandschutz (Jahrgang 1926, No. 6)	2.–	2.50
Guide pour la protection des installations électriques à courant continu contre les surtensions, établi par la Commission de l'A. S. E. et de U. C. S. pour les appareils à haute tension et la protection contre les surtensions et l'incendie (année 1926, No. 6)	2.–	2.50
Erster Bericht des Ausschusses für die Arbeiten mit dem Kathodenstahl-Oscillographen (Jahrgang 1927, No. 11) a) *Der Kathodenstrahl-Oscillograph des S. E. V. und seine Anwendungsmöglichkeit*, von F. Tobler, Oberingenieur, Zürich. b) *Ueber das Verhalten der Stromwandler bei Hochfrequenz und den Schutzwert von Parallelwiderständen gegen Ueberspannungen.* Von K. Berger, Ingenieur, Zürich	2.–	2.50
Ergebnisse einer Umfrage betreffend Ueberspannungsschutz, vom Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E. (Jahrgang 1927, No. 3)	–.30	–.50
Résultats d'une enquête relative à la protection contre les surtensions, par le Secrétariat général de l'A. S. E. et de l'U. C. S. (année 1927, No. 3)	–.30	–.50
Richtlinien für die Wahl der Schalter in Wechselstrom-Hochspannungsanlagen. Aufgestellt von der Gruppe *a* der Kommission des S. E. V. und V. S. E. für Hochspannungsapparate, Ueberspannungsschutz und Brandschutz (Jahrgang 1924, No. 5, inkl. Erläuterungen hierzu aus Jahrgang 1925, No. 2)	2.–	2.50
Directives pour le choix des interrupteurs des installations à courant alternatif à haute tension. Etablies par le groupe *a* de la commission de l'A. S. E. et de l'U. C. S. pour la protection contre les surtensions et l'incendie (année 1924, No. 5)	2.–	2.50
Leitsätze des S. E. V. betr. Erstellung und Instandhaltung von Gebäudeblitzschutzvorrichtungen, aufgestellt von der Kommission des S. E. V. für Gebäudeblitzschutz (Jahrgang 1923, No. 7)	1.50	2.–
Directives de l'A. S. E. relatives à l'installation et à l'entretien des paratonnerres pour bâtiments, rédigées par la Commission de l'A. S. E. pour paratonnerres (année 1923, No. 7)	1.50	2.–
Die Korrosion durch Erdströme elektrischer Bahnen. Erster Bericht der gemeinsamen Kommission des Schweiz. Vereins von Gas- und Wasserfachmännern, des Verbandes Schweiz. Sekundärbahnen und des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins für die Frage der Korrosion (Jahrgang 1918, No. 7 und 8)	2.–	2.50
Die Methoden zur Untersuchung der Korrosionsverhältnisse bei elektrischen Bahnen, allgemeine Ergebnisse solcher bei schweizerischen Strassenbahnen und die Mittel zur Verbesserung. Zweiter Bericht der Korrosionskommission (Jahrgang 1920, No. 10 und 11)	1.50	2.–
Leitsätze betr. Schutzmassnahmen zur Verminderung der Korrosion an Rohren und Kabeln durch Erdströme elektrischer Bahnen und Beispiele zur Erläuterung derselben. Beschluss einer gemeinsamen Kommission der drei Verbände: Schweiz. Verein von Gas- und Wasserfachmännern, Verband Schweiz. Sekundärbahnen und Schweiz. Elektrotechn. Verein (Korrosionskommission). (Jahrgang 1922, No. 11)	1.50	2.–
Règles à suivre pour assurer la protection des conduites métalliques et des câbles souterrains contre les effets de corrosion des courants vagabonds des chemins de fer électriques et exemples pour l'explication de ces règles. Adoptées par la commission commune de la Société Suisse de l'Industrie du Gaz et des Eaux, de l'Union de Chemins de fer secondaires Suisses et de l'Association Suisse des Electriciens (dite Commission de Corrosion) (année 1922, No. 12)	1.50	2.–
Die Wirtschaftlichkeit der Kochstromabgabe für die Abnehmer und die Elektrizitätswerke. Zweiter Bericht der Kommission für Koch- und Heizapparate (Jahrg. 1917, No. 7)	1.–	2.–

Die nachstehend aufgeführten Drucksachen sind durch das **Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E.**, Seefeldstrasse 301, **Zürich 8** zu beziehen:
Les imprimés énumérés ci-dessous sont en vente au **secrétariat général de l'A. S. E. et de l'U. C. S.** (Seefeldstrasse 301) **Zurich 8**:

	Preise für Mitglieder / Prix pour les membres fr.	Preise für Nicht-Mitglieder / Prix pour d'autres personnes fr.
Vergleichende Untersuchungen an mittelst elektrischer Energie bezw. mittelst Brennstoffen beheizten Backöfen. Vom Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E. (Jahrgang 1927, No. 11)	–.50	1.–
Die Abgabe und Tarifierung elektrischen Stromes für Raumheizung durch die schweizerischen Elektrizitätswerke. Bearbeitet vom Generalsekretariat (Jahrg. 1919, No. 1)	2.–	2.50
Vergleichende Kochversuche mit einem Kohlenherd und elektrisch geheizten Kocheinrichtungen in der Zürcher Heilstätte in Davos-Clavadel, von J. Rutishauser, Davos (Jahrgang 1923, No. 5)	1.–	1.50
Vergleichende Kochversuche in der Basler Heilstätte in Davos-Dorf, von J. Rutishauser, Davos (Jahrgang 1925, No. 12)	1.–	1.50
Vierter Bericht der Kommission für Hochspannungsapparate und Brandschutz des S. E. V. und V. S. E.: Die Untersuchung an Oelschaltern, II. Teil (Jahrgang 1917, No. 9 und 10) (Erster, zweiter und dritter Bericht vergriffen.)	1.25	2.50
Stationäre Zustände und Zustandsänderungen in elektrischen Stromkreisen, von Prof. J. Landry (Jahrgang 1914, No. 2, 3, 4 und 5)	1.50	2.–
Erdungsfragen, von Obering. M. Schiesser (Jahrgang 1923, No. 7 und 8)	2.–	2.50
Die Verwendung von Aluminium für Freileitungen, von Prof. Dr. Wyssling (Jahrgang 1916, No. 5 und 6)	2.–	2.50
Eingabe an das Eidg. Eisenbahndepartement betr. Stangenentschädigungen. (Jahrgang 1920, No. 10)	–.40	–.40
Requête au Département fédéral des postes et chemins de fer concernant les indemnités pour la pose des poteaux (année 1920, No. 10)	–.40	–.40
Bericht über die Erprobung der Fundamente von Freileitungstragwerken in Gösgen. Im Auftrage der Untergruppe für Fundamentfragen der Kommission für die Revision der Bundesvorschriften bearbeitet von G. Sulzberger, Bern (Jahrg. 1924, No. 5 u. 7)	2.–	2.50
Die Fundamente der Freileitungstragwerke und ihre Berechnung. Im Auftrage der Gruppe „Leitungen" der Kommission für die Revision der Bundesvorschriften bearbeitet von G. Sulzberger, Bern (Jahrgang 1925, No. 10)	1.50	2.–
Die Fundamente der Freileitungstragwerke und ihre Berechnung, von G. Sulzberger, Bern (Jahrgang 1927, No. 5)	1.50	2.–
Die Frage der Erhöhung der Energiepreise der schweizerischen Elektrizitätswerke. Referat von Ing. N. Cagianut (Jahrgang 1919, No. 10)	–.50	1.–
Ableitung einer neuen Tarifgrundlage zum Verkauf elektrischer Energie zu motorischen Zwecken. Vom Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E. (Jahrgang 1926, No. 2)	1.–	1.50
Ueber die Konkurrenzfähigkeit des Glühkopfmotors. (Jahrgang 1926, No. 2)	–.50	–.70
Technische Bedingungen für die Lieferung normaler Glühlampen mit Wattbezeichnung	–.25	–.30
Conditions techniques pour la fourniture des lampes à incandescence normales, désignées en watts	–.25	–.30
Eingabe des V. S. E. an die Mitglieder der eidg. Kommission zum Studium des Entwurfes zu einem Enteignungsgesetz (Jahrgang 1926, No. 11)	–.30	–.50
Requête adressée par l'U. C. S. aux membres des commissions fédérales s'occupant du projet de la loi sur l'expropriation (année 1926, No. 11)	–.30	–.50

Berichte über Diskussionsversammlungen. – Rapports d'assemblées de discussion.

Bericht über die Diskussionsversammlung des S. E. V. 1921 über Bau und Betrieb von Höchstspannungsleitungen (Jahrgang 1921, Heft No. 11 und Jahrgang 1922, No. 2)	1.50	2.–
Bericht über die Diskussionsversammlung des S. E. V. über Oelschalterfragen vom 3. April 1925 (Jahrgang 1925, No. 2 und 6)	2.–	2.50
Bericht über die Diskussionsversammlung des V. S. E. vom 28. November 1925; Vortrag von Ing. Guanter über „Lichtwirtschaft" und Diskussion (Jahrgang 1926, No. 1)	1.–	1.50
Bericht über die Diskussionsversammlung des V. S. E. am 16. November 1927: Vortrag von Direktor Marti-Langenthal über „Die elektrische Küche" und Diskussion (Jahrg. 1928, No. 1)	1.50	2.–

Statistische Werke und Aufsätze, Karten. – Statistiques, ouvrages y relatifs, cartes.

Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz 1925 (grosse Ausgabe 1927). Reduz. Preis	5.–	10.–
Statistique des Entreprises électriques de la Suisse, arrêtée fin 1925 (grande édition)	5.–	10.–
Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz 1927 (kleine Ausgabe 1929)	5.–	8.–
Statistique des Entreprises électrique de la Suisse, arrêtée fin 1927 (petite édition 1929)	5.–	8.–

Die nachstehend aufgeführten Drucksachen sind durch das Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E., Seefeldstrasse 301, Zürich 8 zu beziehen:

Les imprimés énumérés ci-dessous sont en vente au secrétariat général de l'A. S. E. et de l'U. C. S. (Seefeldstrasse 301) Zurich 8:

Diverses. - Divers.

	Preise für Mitglieder / Prix pour les membres fr.	Preise für Nicht-Mitglieder / Prix d'autres personnes fr.
Ueber die Verhältnisse des Energieabsatzes aus den hydroelektrischen Werken der Schweiz und ihren Zusammenhang mit der Veranlagung solcher Werke. Von Prof. Dr. W. Wyssling (erweiterter Separatabzug aus Bulletin 1924, No. 1)	3.—	3.50
Wasserkraftanlagen der Bernischen Kraftwerke A.-G. V. Das Elektrizitätswerk Mühleberg (erweiterter Separatabzug aus dem Bulletin 1927, No. 1)	2.50	3.—
Description et essais de la ligne à 120 000 volts Chancy-Pougny à Jeanne-Rose. Par la Banque suisse des chemins de fer, Bâle (année 1926, No. 3)	1.50	2.—
Die Gestaltung des Kommandoraumes in modernen Kraftwerken. Von H. Puppikofer, Ing., Baden (Jahrgang 1926, No. 5)	1.50	2.—
Internationale Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung. (Jahrgang 1926, No. 8)	2.—	2.50
Die Dezimalklassifikation mit besonderer Berücksichtigung der Elektrotechnik. (Jahrgang 1926, No. 9)	1.—	1.50
Die Zusammensetzung der Einzelfehler der Messwandler zum resultierenden Fehler des Messaggregates in Drehstromnetzen und die daraus resultierende zweckmässige Anordnung der Wandler, von Dr. J. Goldstein, dipl. Ing. (Jahrgang 1920, No. 11 und Jahrgang 1921, No. 1)	—.75	1.—
Entwurf zu Richtlinien betr. die Systemprüfung von Elektrizitätsverbrauchsmessern und Messwandlern. Von E. König, Direktor des Eidg. Amtes für Mass und Gewicht und F. Buchmüller, Chefingenieur dieses Amtes (Jahrgang 1922, No. 4)	—.30	—.40
Normalbedingungen für die Bewilligung für die Ausführung von Installationen. (Vom August 1921, Taschenformat.)	—.50	1.—
Liste der Symbole, angenommen von der *Internationalen elektrotechnischen Kommission,* mit Erläuterungen von Prof. Dr. Wyssling. Einseitig in Tabellenform gedruckt (Jahrgang 1914, No. 1)	—.30	—.50
Internationale graphische Symbole für Starkstrom, von Prof. Dr. W. Wyssling (Jahrgang 1927, No. 10, Bulletinformat)	2.—	2.50
Les symboles graphiques internationaux pour courant fort, d'après les décisions récentes de la C. E. I., par M. le prof. Dr. W. Wyssling (année 1927, No. 10)	2.—	2.50
In Tabellenform (14 einseitig bedruckte Tafeln) / En 14 tableaux (imprimés d'un seul côté)	1.—	1.20
Die elektrische Leitfähigkeit des Reinaluminiums, von M. Bosshard, Aluminium-Industriegesellschaft Neuhausen (Jahrgang 1927, No. 3)	1.—	1.50
Ueber Unfälle an elektrischen Starkstromanlagen in der Schweiz im Jahre 1924. Vom Starkstrominspektorat (Jahrgang 1925, No. 3)	—.30	—.50
Accidents dûs au courant électrique, survenus en Suisse en 1924. Rapport de l'Inspectorat des installations à fort courant	—.30	—.50
Ueber Unfälle an elektrischen Starkstromanlagen in der Schweiz im Jahre 1925/26. Vom Starkstrominspektorat. (Jahrgang 1927, No. 12)	—.30	—.50
Accidents dus au courant électrique, survenus en Suisse en 1925/26. Rapport de l'Inspectorat des installations à fort courant (année 1927, No. 12)	—.30	—.50
Probleme der Elektro-Pathologie, von Dr. med. Fr. Schwyzer, Kastanienbaum (Jahrgang 1926, No. 11)	1.50	2.—
Einige Anwendungen der Elektrizität in der Landwirtschaft. Von F. Ringwald, Direktor der Centralschweiz. Kraftwerke, Luzern (Jahrgang 1927, No. 8)	—.30	1.—
40 Jahre Entwicklung der schweizerischen Elektrizitätswerke nach den für die Basler Ausstellung gemachten Erhebungen, von Prof. Dr. W. Wyssling (Jahrgang 1928, Nr. 5)	2.—	2.50
Anlaufkupplungen für Käfig-Ankermotoren, von der Materialprüfanstalt des S. E. V. (Ing. P. Schmid) (Jahrgang 1928, No. 7)	1.—	1.50
Neuere Forschungsergebnisse über Vorgänge beim Schalten unter Oel, von Dr. J. Kopeliowitch, Baden (Jahrgang 1928, No. 17)	1.50	2.—
Hochspannungskabel im Zürichsee, von den E. K. Z. (Jahrgang 1928, No. 23)	—.30	—.50
Verzeichnis der Mitglieder des S. E. V. 1929 (Jahrgang 1929, Jahresheft)	2.—	2.50
Verzeichnis der Mitglieder des Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke 1929	—.50	1.—
Die Elektrifizierung der Schweiz. Bundesbahnen bis Ende 1928, von Dr. ing. E. Huber-Stockar, Zürich (Neujahrsblatt 1929 der Naturforschenden Gesellschaft Zürich)	6.—	6.—

Verzeichnis

der regelmässig im Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E. eingehenden Zeitschriften, ihrer Erscheinungsweise, Bezugsquellen und der in der Rubrik „Zeitschriftenrundschau" verwendeten Abkürzungen.

Die nachstehend aufgeführten Zeitschriften gehen regelmässig beim Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E. ein und stehen unsern Mitgliedern im Bibliothekzimmer des Vereinsgebäudes, Zürich, Seefeldstrasse 301 (Anmeldung im Zimmer 3 d, II. Stock) zur Verfügung; sie können nicht ausgeliehen werden.

Liste

des périodiques que reçoit régulièrement le Secrétariat général de l'A. S. E. et de l'U. C. S., avec indication de l'éditeur, du nombre de cahiers par année et des abréviations utilisées sous la rubrique «Revue des périodiques».

Les périodiques indiqués ci-après peuvent être consultés par tous les membres de l'A. S. E. et de l'U. C. S. S'adresser: Seefeldstrasse 301, Zurich 8, chambre 3 d, 2me étage. Les livres et périodiques ne peuvent pas être prêtés.

I. Schweizerische – suisses

Zeitschrift – *Périodique*	Abkürzung *Abréviation*	Hefte pro Jahr Nos. par année	vorliegend seit Reçu depuis	Bezugsquelle – *Editeur*
Bundesblatt	B. B.	52	1908	Stämpfli & Cie., Bern.
Eidg. Gesetzessammlung	Gesetz. Sam.	nach Bedarf	1908	Stämpfli & Cie., Bern.
Journal Télégraphique	Jour. Tél.	12	1910	Bureau International de l'Union Télégraphique, Berne.
Technische Mitteilungen der Schweiz. Telegraphen- und Telephon-Verwaltung	Mittg. Telegr. u. Teleph.-Verw.	6	1923	Materialverwaltung der Obertelegraphendirektion Bern
Mitteilungen der Vereinigung kant. schweiz. Feuerversicherungsanstalten	Mittg. V. k. Feuer-Vers.	3	1922	Verlag der Vereinigung, Bern.
Bulletin des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins¹)	Bull. S. E. V.	24	1896	Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G., Zürich.
Elektroindustrie	Elektroindustrie	52	1913	Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G., Zürich.
Elektrizitätsverwertung	Elektrizitäts-verwertung	12	1928	Franck'sche Verlagshandlung, Zürich/Rüschlikon.
Schweizerische Wasserwirtschaft	Wasser-wirtschaft	12	1909	Administration Zürich 1, Peterstrasse 10.
Schweizerische Bauzeitung	S. B. Z.	52	1915	Rascher & Cie., A.-G., Zürich.
Bulletin technique de la Suisse romande	Bull. Technique	26	1915	Librairie Rouge & Cie., Lausanne.
Rivista Tecnica della Svizzera italiana	Rivista Tecnica	12	1925	Rivista Tecnica, Lugano.
Schweiz. Technische Zeitung²)	S. T. Z.	52	1926	Art. Institut Orell Füssli, Zürich.
Technik und Industrie	Techn. u. Ind.	12	1918	Rascher & Cie., A.-G., Zürich.
Monatsbulletin des Schweiz. Vereins von Gas- und Wasserfachmännern	Bull. V. G. W. F.	12	1921	Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G., Zürich.
Die Elektrizität	Elektrizität	4	1922	Elektrowirtschaft Zürich.
B. B. C. Mitteilungen	B. B. C. Mittg.	12	1916	A. Franke A.-G., Bern; Rouge & Cie., Lausanne.
Bulletin Oerlikon	Bull. Oerlikon	12	1922	A. Franke A.-G., Bern.
Escher Wyss Mitteilungen	Escher Wyss Mttlg.	ca. 6	1928	A. Ehrat, Zürich 1.
Der schweiz. Energiekonsument	Energie-Konsument	12	1921	Vogt-Schild, Buchdr., Solothurn.
Schweiz. Arbeitgeberzeitung	Arbeitgeber-Z.	52	1923	Zentralverband Schweiz. Arbeitgeber-Organisationen, Bern, Bärengasse 13.
Wirtschaftskurier	Wirtsch'kurier	ca. 12	1924	Schweiz. Mustermesse, Basel.

¹) Erschien als Monatsbulletin von 1910 bis 1927; vorher wurde das Bulletin nach Bedarf herausgegeben.
A paru tous les mois depuis 1910; avant cette date le Bulletin était publié suivant les besoins.

²) Bis 1925 „Schweizerische Techniker-Zeitung" und „Technik und Betrieb".
Jusqu'en 1925 paraissait sous les titres „Schweizerische Techniker-Zeitung" et „Technik & Betrieb".

Zeitschrift — *Périodique*	Abkürzung *Abréviation*	Hefte pro Jahr Nos. par année	vorliegend seit Reçu depuis	Bezugsquelle — *Editeur*
	II. Deutsche — allemands			
Elektrotechnische Zeitschrift . .	E. T. Z.	52	1899	Jul. Springer, Berlin-W 9, Linkstr. 23/24.
Archiv für Elektrotechnik . . .	A. f. E.	12	1912	Jul. Springer, Berlin-W 9, Linkstr. 23/24.
Elektrizitätswirtschaft[3])	Elektrizitätswirtschaft	24	1913	Geschäftsstelle: Berlin-SW 48, Wilhelmstr. 37III.
Der elektrische Betrieb[4]) . . .	El. Betrieb	12	1911	Georg Siemens, Berlin-W 57, Kurfürstenstr. 8.
Wasserkraft u. Wasserwirschaft[5])	Wasserkraft	24	1925	Richard Pflaum, Verlag, A.-G., München, Herrnstr. 10.
Siemens Zeitschrift	Siemens Z.	12	1922	Schriftleitung der S. Z., Siemens-Schuckert-Werke Berlin, Siemensstadt.
A E G Mitteilungen	A E G Mittg.	12	1926	Literarisches Bureau der A E G, Berlin-NW 40, Friedrich Karl Ufer 2/4.
Bergmann-Mitteilungen . . .	Bergmann-Mittg.	6	1926	Bergmann Elektrizitätswerke, A.-G., Berlin-N 65.
Mitteilungen der Porzellan-Fabr. Hermsdorf-Schomburg, Freiberg	Hescho-Mittg.	ca. 6	1922	Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren, G. m. b. H., Hermsdorf (Thüringen).
Europäischer Fernsprechdienst .	Fernsprechdienst	Erscheint in zwangloser Folge	1928	Europäischer Fernsprechdienst, Charlottenstr. 96, Berlin SW 68.
Die Schalltechnik	Schalltechnik	12	1928	Emil Zorn A.-G., Berlin S 14.
Der Maschinenschaden	Schaden	12	1928	Maschinenschaden, Taubenstrasse 1—2, Berlin W.
	III. Oesterreichische — autrichiens			
Elektrotechnik und Maschinenbau	E. u. M.	52	1910	Wien (6), Theobaldgasse 12
	IV. Französische — français			
Revue Générale de l'Electricité[6])	R. G. E.	52	1906	Administration: 12, Place Laborde, Paris (VIIIe).
Bulletin de la Société Française des Electriciens	Bull. Soc. française	12	1920	Administration: 12, Place Laborde, Paris (VIIIe).
L'Electricien	Electricien	24	1910	Dunod Editeur, 92, rue Bonaparte, Paris (VIe).
La Revue des Téléphones, Télégraphes et T. S. F.	R. Tél. et Tél.	12	1926	Administration: 19, rue Saint-Georges, Paris (IXe).
Bulletin de la Société Alsacienne de Constructions mécaniques	Bull. S. Alsacienne	4	1924	Société Alsacienne, Belfort.
Revue d'Electricité et Mécanique	Elect. et Mec.	6	1926	Direction: 173, Boulevard Haussmann, Paris (VIIIe).
La Mailleraye	Mailleraye	ca. 4	1928	Société de la Mailleraye, 79, rue de Miromesnil, Paris 8e.
	V. Belgische — belges			
Bulletin mensuel de la Société Belge des Electriciens . . .	Bull. Soc. Belge	12	1910	Librairie Ramlot, 25, rue Gretry. Bruxelles.
Eclairage et Force Motrice .	E. F. M.	12	1928	M.-J. Fitz-Patrick, 64, rue de Neufchâtel, Bruxelles.
	VI. Italienische — italiens			
L'Elettrotecnica[7])	Elettrotecnica	36	1903	Amministrazione: Milano, Via S. Paolo 10.
L'Energia Elettrica	Energia E.	12	1923	Amministrazione: Milano (9), Foro Bonaparte 31.
Annali dei Lavori Publici . . .	Annali Lav. Publi.	12	1925	Eredi A. de Guetani, Roma, Via Torre Argentina 47.

Bis / Jusqu'en { 3) 1925 „Mitteilungen der Vereinigung der Elektrizitätswerke".
4) 1923 „Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen".
5) 1926 „Die Wasserkraft" und „Zeitschrift des Deutschen Wasserwirtschaftverbandes".

6) Vor 1916 unter den Titeln / Avant 1916 sous les titres „La Lumière électrique" und / et „La Revue électrique" erschienen.

7) Erschien vor 1913 unter dem Namen / Paraissait avant 1913 sous le nom „Atti della Associazione elettrotecnica italiana".

Zeitschrift – *Périodique*	Abkürzung *Abréviation*	Hefte pro Jahr Nos. par année	vorliegend seit Reçu depuis	Bezugsquelle – *Editeur*
	VII. Englische — anglais			
Journal of the Institution of Electrical Engineers	J. I. E. E.	12	1910	London - WC, 2 Savoy Place, Victoria Embankment.
Illuminating engineer	Illuminating eng.	12	1908	London-SW 1, 32 Victoria Street.
Science Abstracts . . . . . . A. Physics B. Electr. eng. Electrical Review	Sc. Abs. A/B	12	1913	Institution of Electrical Engineers, London - WC, 2 Savoy Place, Victoria Embankment.
	VIII. Holländische — hollandais			
Electrotechniek	Electrotechniek	26	1927	N. V. Moorman's Periodieke Pers, Amalia von Solms-straat 2, Den Haag.
	IX. Norwegische — norvégiens			
Elektroteknisk Tidsskrift . . .	E. T. T.	36	1926	Norske Elektricitetsverkers Forening, Oslo, Kronprinzensgate 19.
	X. Schwedische — suèdois			
Asea-Journal	Asea	12	1927	Allmänna Svenska Elektriska A. B. Västerås.
Elettricitetens Rationella Användning	E. R. A.	12	1928	Edy Velander, Tulegatan 13, Stockholm 6.
	XI. Amerikanische (U. S. A.) — américains (U. S. A.)			
Journal of the American Institute of Electrical Engineers[8])	J. A. I. E. E.	12	1910	NewYork City, 35, West 39th Street.
Electrical World	El. World	52	1922	Mc. Graw-Hill Company Inc., Tenth Avenue at 36th Street, New York (N.Y.)
General Electric Review . . .	G. E. R.	12	1923	General Electric Review, Schenectady (N. Y.), 1 River Rd.
Electrical Communications . .	El. Com.	4	1923	Bell Telephone Manufacturing Co., Bern, Bubenbergplatz 10.
Bulletin of the Bureau of Standards	Bull. B. o. S.	nach Bedarf	—	The Superintendent of Documents Government Printing office, Washington D. C.
Circular of the Bureau of Standards	Cir. B. o. S.	nach Bedarf	—	The Superintendent of Documents Government Printing office, Washington D. C.
Scientific papers of the Bureau of Standards	Scient p. B. o. S.	nach Bedarf	—	The Superintendent of Documents Government Printing office, Washington D. C.
Technologic papers of the Bureau of Standards	Techn. p. B. o. S.	nach Bedarf	—	The Superintendent of Documents Government Printing office, Washington D. C.
National Electric Ligth Association-Bulletin	N. E. L. A. Bull.	12	1928	National Electric Light Association, 420, Lexington avenue, New York, N. Y.
	XII. Argentinische — argentins			
Boletín de la Asociación Argentina de Electrotécnicos . . .	Bol. A. Argentina	6	1927	Administration: Buenos-Aires, Paseo Colon 1851.
	XIII. Japanische — japonais			
Journal of the Institute of Electrical engineers of Japan . .	J. I. E. E. Japan	12	1922	Denki-Gakkwai No. 21 Mitsubishi Building Merunouchi, Tokyo.

8) Erschien bis zum Jahre 1920 als / Paraissait jusqu'en 1920 sous le titre „Proceedings" of the American institute of electrical engineers".

Wir empfehlen diese Zeitschriften, wie auch die übrige Bibliothek des Generalsekretariates zu recht reger Benützung.

Nous recommandons à tous nos membres de consulter ces périodiques et, en général, de faire usage de la bibliothèque du sécrétariat général.

III. Teil. — IIIme Partie.

Schweizerischer Bundesrat. — Conseil fédéral.

Zum Bundespräsidenten für das Jahr 1929 wählte die Bundesversammlung den Vizepräsidenten, Bundesrat R. Haab; zum Vizepräsidenten, Bundesrat K. Scheurer. Die Verteilung der eidg. Departemente ist die folgende:

		Vorsteher:	*Vertreter:*
Politisches Departement	Bundesrat	Motta	Schulthess
Departement des Innern	„	Pilet	Schulthess
Justiz- und Polizeidepartement	„	Häberlin	Pilet
Militärdepartement	„	Scheurer	Häberlin
Finanz- und Zolldepartement	„	Musy	Motta
Volkswirtschaftsdepartement	„	Schulthess	Scheurer
Post- und Eisenbahndepartement	Bundespräsident	Haab	Musy

Schweizerische Amtsstellen für elektrotechnische Angelegenheiten. Adresses d'Administrations suisses intéressant l'électrotechnique.

Eidgenössische Amtsstellen. — Administration fédérales.

A.

Post- und Eisenbahndepartement. Département des postes et des chemins de fer.

Vorsteher: Bundespräsident R. Haab. Stellvertreter: Bundesrat J. M. Musy.

Rechtswesen und Sekretariat. — Contentieux et secrétariat.

Chef: F. Keller, Fürsprecher. Adjunkt: Dr. F. Hess.

Eisenbahnabteilung. — Division des chemins de fer.

Direktor: H. Hunziker.
Chef des technischen Dienstes: F. Stalder.

Inspektoren — Inspecteurs:

Für die maschinentechnische Sektion: A. Pauli.
Für den Bau und den Unterhalt der Bahnen: E. Arbenz.
Für Brücken: Fr. Hübner.
Für elektrische Bahnen: Ch. F. Brunnschweiler.
Für Dampfschiffe: H. Wylemann.

Kontroll-Ingenieure. — Ingénieurs de contrôle.

Für den Bau und den Unterhalt der Bahnen: E. Lorétan, M. Wiesendanger, H. E. Peter.
Für elektrische Bahnen: P. Faeh.
Für Spezialbahnen: A. Meyer, H. Keller.
Für Starkstromanlagen: G. Sulzberger.
Für Rollmaterial: F. Hunziker.
Inspektor für Rechnungswesen und Statistik: G. Rathgeb.

Eidgenössische Kommission für elektrische Anlagen. Commission fédérale des installations électriques.

Präsident: J. Geel, Ständerat, St. Gallen.
Uebrige Mitglieder: Dr. E. Blattner, Ingenieur, Lehrer am Technikum Burgdorf.
J. Landry, ingénieur-conseil et professeur, Lausanne.
H. Stähli, Nationalrat, Bern.
Dr. Ed. Tissot, Delegierter des Verwaltungsrates der Schweiz. Eisenbahnbank, Basel.
A. Tzaut, Ing., Direktor der Schweizer. Unfallversicherungsanstalt, Luzern.
Dr. W. Wyssling, Professor, Wädenswil.
Sekretär ad int.: Dr. F. Hess, Sekretär-Adjunkt des Eisenbahndepartementes, Bern.

Eidgenössische Schätzungskommissionen.
Commissions fédérales d'estimation.

Das ersterwähnte Mitglied funktioniert als Vorsitzender; für jedes Mitglied sind zwei Ersatzmänner gewählt (die letztern siehe Staatskalender der Schweizerischen Eidgenossenschaft).
Das I. Mitglied und dessen Ersatzmänner sind jeweilen vom Bundesgerichte, das II. Mitglied und dessen Ersatzmänner vom Bundesrate und das III. Mitglied und dessen Ersatzmänner von der betreffenden Kantonsregierung gewählt.
Le premier membre fonctionne comme président; deux remplaçants sont désignés pour chaque membre (voir Annuaire de la confédération suisse).
Les premiers membres des commissions et leurs suppléants sont nommés par le Tribunal fédéral, les IImes membres et leurs suppléants par le Conseil fédéral, les IIImes membres et leurs suppléants par les gouvernements cantonaux intéressés.

I. Kreis. Zürich (Nord. — Bezirke Andelfingen, Bülach, Dielsdorf und Winterthur). Dr. T. Waldvogel, Regierungsrat, in Schaffhausen; P. Müri, Oberrichter, in Aarau; J. Ott, Bezirksgerichtspräsident, in Winterthur.

II. Kreis. Zürich (Süd. — Bezirke Affoltern, Hinwil, Horgen, Meilen, Pfäffikon, Uster und Zürich). Prof. Dr. F. Götzinger, Appellationsgerichtspräsident, in Basel; H. Leuzinger-Schuler, Architekt, in Glarus; R. Streuli, Nationalrat, in Horgen.

IIIe arrondissement. Berne (Jura. Districts de Courtelary, Delémont, Franches-Montagnes, Laufon, Moutier, Neuveville et Porrentruy). L. Hertling, architecte, à Fribourg; J. Mermoud, député, à l'Isle; J. Brand, à Tavannes.

IV. Kreis. Bern (Mittelland. Amtsbezirke Aarberg, Aarwangen, Bern, Biel, Burgdorf, Büren, Erlach, Fraubrunnen, Konolfingen, Laupen, Nidau, Schwarzenburg, Seftigen, Signau, Trachselwald und Wangen). Fr. Saager, Architekt, in Biel; F. von Arx, Regierungsrat, in Solothurn; F. Ingold, Landwirt, in Lotzwil.

V. Kreis. Bern (Oberland. Amtsbezirke Frutigen, Interlaken, Niedersimmental, Oberhasli, Obersimmental, Saanen und Thun). H. Moos, Professor, in Zürich; Theiler, alt Gerichtspräsident, in Kriens; H. Lehmann, Oekonom, in Münsingen.

VI. Kreis. Luzern. Th. Weber, kant. Oberforstmeister, in Zürich; H. Irmiger, alt Oberrichter, in Lenzburg; W. Pfyffer, alt Kantonsingenieur, in Luzern.

VII. Kreis. Uri. J. Hildebrand, Ständerat, Regierungsrat, in Zug; A. Erni, Regierungsrat, in Altishofen; K. Meyer, Oberrichter, in Hospenthal.

VIII. Kreis. Schwyz. J. Hildebrand, Ständerat, Regierungsrat, in Zug; K. Kopp, Oberrichter, in Ebikon; M. A. Reichlin, Kantonsrat, in Schwyz.

IX. Kreis. Obwalden. J. Wicki, Amtsstatthalter, in Schüpfheim; F. Enderlin, Forstinspektor, in Chur; J. Bucher, alt Regierungsrat, in Kerns.

X. Kreis. Nidwalden. J. Wicki, Amtsstatthalter, in Schüpfheim; H. Stuber, Fabrikant, in Schüpfen; Zumbühl, Regierungsrat, in Wolfenschiessen.

XI. Kreis. Glarus. P. Müller, Gerichtspräsident, in Schmerikon; A. Feusi, Kantonsrichter, in Feusisberg; H. Jenny-Schuler, Nationalrat, in Ennenda.

XII. Kreis. Zug. K. Kopp, Oberrichter, in Ebikon; M. Häfeli-Ritter, Architekt, in Zürich; J. Knüsel, Regierungsrat, in Risch.

XIIIe arrondissement. Fribourg. F. Porchet, conseiller d'état, à Lausanne; E. Maurer, notaire, à Laupen; L. Techtermann, ingénieur agricole, à Fribourg.

XIV. Kreis. Solothurn. G. Hess, Kantonsrat, Architekt, in Zürich; E. Rufer, Notar, in Biel; A. Marti, Landwirt, auf der Allmend, in Solothurn.

XV. Kreis. Baselstadt. E. Schlatter, Architekt, in Solothurn; A. Bringolf, Architekt, in Luzern; O. Wenk, Architekt, in Riehen.

XVI. Kreis. Baselland. K. Schwarz, Kavalleriemajor, in Villigen (Aargau); F. W. Kull, Gemeindeschreiber, in Niederlenz; A. Garonne, Forstverwalter, in Liestal.

XVII. Kreis. Schaffhausen. J. Bruppacher, Bezirksgerichtspräsident, in Küsnacht (Zch); Ad. Gaudy, Architekt, in Rorschach; Dr. J. H. Schärrer, Rechtsanwalt, in Schaffhausen.

XVIII. Kreis. Appenzell A.-Rh. Joh. Girsberger, Kulturingenieur, in Zürich; J. Ott, Bezirksgerichtspräsident, Winterthur; Dr. A. Hofstetter, Nationalrat, in Gais.

XIX. Kreis. Appenzell I.-Rh. Joh. Girsberger, Kulturingenieur, in Zürich; Chr. Sulser, Landwirt, Major, Azmoos; J. B. Enzler, alt Landeshauptmann, in Appenzell.

XX. Kreis. St. Gallen. Ed. Tscharner, alt Forstinspektor, in Chur; F. Ottiker, Regierungsrat, in Zürich; W. Kobelt, Forstverwalter, in St. Gallen.

XXI. Kreis. Graubünden. Bordonzotti, Architekt, in Lugano; J. J. Gabathuler, Gemeindeammann, in Malans, Wartau; Dr. J. Danuser, Advokat, in Thusis.

XXII. Kreis. Aargau (Nord. — Bezirke Baden, Brugg, Laufenburg, Rheinfelden und Zurzach). A. Brenner, Architekt, in Frauenfeld; E. Heller, Gemeindepräsident, in Eglisau; J. Laube, Bezirksrichter, in Wislikofen.

XXIII. Kreis. Aargau (Süd. — Bezirke Aarau, Bremgarten, Kulm, Lenzburg, Muri und Zofingen). A. Garonne, Forstverwalter, in Liestal; J. Bruppacher, Bezirksgerichtspräsident, in Küsnacht (Zürich); Zobrist-Rohr, Grossrat in Hendschiken.

XXIV. Kreis. Thurgau. J. Girsberger, Kulturingenieur, in Zürich; E. Affeltranger, Oberingenieur, in Zürich; J. A. Wiesli, Regierungsrat, in Rickenbach bei Wil (St G).

XXV° circondario. Ticino. Ed. Tscharner, già ispettore forestale cantonale, in Coira; F. Enderlin, ispettore forestale, in Coira; F. Forni, geometra, in Minusio.

XXVIe arrondissement. Vaud ouest (Districts d'Aubonne, Cossonay, Grandson, La Vallée, Morges, Nyon, Orbe, Rolle, et Yverdon). H. Auberson, notaire, à Boudry; A. Morard, administrateur, à Marsens; Ch. Maison, préfet, à Aigle.

XXVIIe arrondissement. Vaud est (Districts d'Aigle, Avenches, Echallens, Lausanne, Lavaux, Moudon, Oron, Payerne, Pays-d'Enhaut et Vevey). L. Techtermann, ing. agricole, à Fribourg; J. Pasquier, député, à Sales (Gruyère); F. Burnet, préfet, à Aubonne.

XXVIIIe arrondissement. Valais. E. Muret, chef du service des Forêts du canton de Vaud, à Lausanne; E. Bonzon, notaire, à Nyon; A. Lonfat, à Finhaut.

XXIXe arrondissement. Neuchâtel. A. Foscale, préfet du district de Lavaux, à La Conversion; L. Chatagny, député, a Corserey (Fribourg); E. E. Girard, ancien juge de paix, à Boudry.

XXXe arrondissement. Genève. E. Colomb, architecte, à Neuchâtel; M. d'Allèves, ingénieur cantonal, à Sion; M. Camoletti, architecte à Genève.

Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung.
Administration des télégraphes et téléphones.

Obertelegraphendirektion in Bern. — Direction générale des télégraphes à Berne.

Obertelegraphendirektor: Dr. R. Furrer.

Technische Abteilung. — Division technique.

Chef der techn. Abteilung (zugleich Stellvertreter des Obertelegr.-Direktors): A. Muri. Sektion 1. Linien, Chef: E. Trechsel. Starkstromkontrolle: O. Ritter. Sektion 2. Telephon, Chef: A. Möckli. Sektion 3. Telegraph und Radio, Chef: E. Nussbaum. Sektion 4. Bureau für elektrotechn. Versuche u. Materialprüfungen, Chef: Dr. J. Forrer. Sektion 5. Baumaterialverwaltung, Chef: G. Ulrich.

Kontrolle und Rechnungswesen. — Contrôle et comptabilité.

Abteilungschef: Dr. M. Baur.

Sekretariat. — Secrétariat.

Sektionschef: F. Jakob.

Beamte der Telegraphenkreise. – Fonctionnaires des arrondissements des télégraphes.

I. Kreis (Lausanne).
Directeur: C. Annen.
Adjoint: Vakant.

II. Kreis (Bern).
Kreisdirektor: K. Hager.
Adjunkt: Vakant.
Chef de Section à Neuchâtel: H. Erni.

III. Kreis (Olten).
Kreisdirektor: Vakant.
Adjunkt: F. Kraushaar.

IV. Kreis (Zürich).
Kreisdirektor: E. Kaeser.
Adjunkt: P. Schild.

V. Kreis (St. Gallen).
Kreisdirektor: E. Weber.
Adjunkt: Vakant.

VI. Kreis (Chur).
Kreisdirektor: Vakant.
Adjunkt in Chur: Chr. Fischer.
Capo sezione in Bellinzona: T. Pedrazzini.

Chefs von Telephonbureaux. — Chefs de bureaux de téléphone.

Aarau: G. Stauber.
Baden: A. Wiedemeier.
Basel: E. Sandmeier.
Bellinzona: Il capo sezione.
Bern: Der Kreistelegraphendirektor.
Biel: O. Wyssbrod.
Burgdorf: A. Steiger.
La Chaux-de-Fonds: E. Bourquin.
Chur: Der Adjunkt der Kreistelegraphendirektion.
Fribourg: E. Jan.
Genève: P. Collin.
Lausanne: L'adjoint de la direction d'arrondissement.
Lugano: K. Arquint.
Luzern: H. Furrer.
Neuchâtel: Le chef de sektion.
Olten: Der Adjunkt der Kreistelegraphendirektion.
Rapperswil: E. Schefer.
St. Gallen: Der Kreistelegraphendirektor.
Schaffhausen: E. Strub.
Sion: J. Pfenninger.
Solothurn: F. Humm.
Thun: G. Krebs.
Vevey-Montreux: A. Fankhauser.
Winterthur: K. Baumann.
Yverdon: E. Schenk.
Zug: A. Müller.
Zürich: Der Kreistelegraphendirektor.

B.

Finanzdepartement. — Département des finances.

Departementschef: Bundesrat J. M. Musy. Stellvertreter: Bundesrat G. Motta.

Eidgenössische Mass- und Gewichtskommission. — Commission fédérale des poids et mesures.

Präsident: J. Landry, ingénieur, prof. à l'Ecole d'ingénieurs de l'Université de Lausanne.
Uebrige Mitglieder: Dr. C. E. Guye, Professeur de Physique à l'Université, Genève.
Nationalrat Dr. Hans Tschumi, Bern.
Prof. J. V. Morger, Dir. des kant. Lehrerseminars Mariaberg, Rorschach.
Ing. Max Thoma, Direktor des Gas- und Wasserwerkes der Stadt Basel.

Eidgenössisches Amt für Mass und Gewicht. — Bureau fédéral des poids et mesures.

Direktor: Dr. E. König. Chefingenieur, Stellvertreter des Direktors: Ing. F. Buchmüller.

C.

Departement des Innern. — Département de l'Intérieur.

Departementschef: Bundesrat M. E. E. Pilet. Stellvertreter: Bundesrat H. Häberlin.

Oberbauinspektorat. — Inspectorat fédéral des travaux publics.

Oberbauinspektor: A. v. Steiger.

Eidg. Amt für Wasserwirtschaft. — Service fédéral des eaux.

Direktor: Dr. C. Mutzner, Ing.

Ingenieure-Sektionschefs: Dr. ing. K. Kobelt, Ingenieur F. Kuntschen, C. Ghezzi, Dr. jur. Ch. Delessert.

Eidgenössische Wasserwirtschaftskommission.

Die mit *) bezeichneten Herren sind Mitglieder des S. E. V.

Sektion für Wasserkräfte: Prof. Dr. W. Burckhardt, Bern; Dir. J. Chuard, Elektrobank, Zürich*); Ständerat R. Evéquoz, Sitten; Nationalrat E. Keller, Aarau; Ständerat Dr. G. Keller, Winterthur; Nationalrat und Stadtpräsident Dr. E. Klöti, Zürich; Prof. J. Landry, Lausanne*); Nationalrat Dr. P. Maillefer, Lausanne; Ing. Dr. A. Nizzola, Baden*); Dir. F. Ringwald, Luzern*); A. Rollier, Bern, Vertreter des Heimatschutzes; alt Nationalrat Dr. K. Spahn, Schaffhausen; Ing. Dr. Ed. Tissot, Basel*); alt Nationalrat A. Vital, Fetan; Ständerat und Regierungsrat Dr. O. Wettstein, Zürich; Prof. Dr. W. Wyssling, Wädenswil*).

Sektion für Schiffahrt: Prof. Dr. W. Burckhardt, Bern; Prof. Dr. L. W. Collet, Genf; Dr. A. Hautle, Goldach; Nationalrat und Regierungsrat Dr. R. Miescher, Basel; Dr. J. Vallotton, Lausanne.

Eidgenössische Kommission für die Ausfuhr elektrischer Energie.

I. Ständige Mitglieder:

Ingenieur C. Brack, Vertreter des Schweizerischen Energie-Konsumenten-Verbandes, in Solothurn;

Ingenieur J. Chuard, Direktor der Bank für elektrische Unternehmungen, in Zürich;

Ingenieur R. Naville, in Cham;

Direktor F. Ringwald, Präsident des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke, in Luzern.

II. Ersatzmänner:

Oberst E. von Goumoëns, Delegierter des Verwaltungsrates der Schweizerischen Viscose-Gesellschaft A.-G. Emmenbrücke, in Dürrenast b. Thun.

Ingenieur E. Payot, Direktor der Schweiz. Gesellschaft für elektrische Industrie, in Basel.

Direktion der Eidgenössischen Bauten. — Direction des constructions fédérales.

Direktor: L. Jungo.

Eidgenössische Inspektion für Forstwesen, Jagd und Fischerei. — Inspection fédérale des forêts, chasse et pêche.

Oberforstinspektor: Marius Petitmermet.

D.

Justiz- und Polizeidepartement. — Département de Justice et Police.

Departementschef: Bundesrat H. Häberlin. Stellvertreter: Bundespräsident R. Haab.

Departementssekretär: F. Stierlin.

Amt für geistiges Eigentum. — Bureau de la propriété intellectuelle.

Direktor: W. Kraft. Stellvertreter des Direktors: E. Schauenberg.

E.

Volkswirtschaftsdepartement. — Département de l'économie publique.

Departementschef: Bundesrat E. Schulthess. Stellvertreter: Bundesrat K. Scheurer.

Abteilung für Industrie und Gewerbe. — Division de l'industrie et des arts et métiers.

Direktor der Abteilung: Dr. F. Kaufmann.

Eidgenössische Fabrikinspektorate. — Inspectorats fédéraux des fabriques.

I. Kreis (Sitz in Lausanne). Inspektor: J. Maillard; Adjunkte: A. von Kaenel; E. Vautier.

II. Kreis (Sitz in Aarau). Inspektor: Dr. H. Rauschenbach; Adjunkte: J. Aebli; E. Lehner.

III. Kreis (Sitz in Zürich). Inspektor: Dr. H. Wegmann; Adjunkte: Dr. P. Spinelli; A. Lienhard.

IV. Kreis (Sitz in St. Gallen). Inspektor: Dr. E. Isler; Adjunkte: H. Wirth; E. Dietschi.

F.

Schweizerische Unfallversicherungsanstalt in Luzern.
Caisse nationale suisse d'assurances en cas d'accidents à Lucerne.

Bureau des Verwaltungsrates.

Präsident: Hermann Schüpbach, Nat.-Rat., Thun; I. Vize-Präsident: H. Eugster-Züst, Präsident des Schweiz. Textilarbeiterverbandes, Speicher; II. Vize-Präsident:

Niess Chs., Fürsprech, Präsident der Fédération vaudoise des entrepreneurs, Lausanne; Stimmenzähler: E. Rieder, Oberrichter, Zürich; Keller O., Baumwollwebereibesitzer, Gibswil; Fischbacher J., Direktor der Zürcher Kantonalbank, Zürich; Protokollführer: Dr. K. Hafner, Generalsekretär; Uebersetzer: Dr. L. Cellier.

Direktion.

Direktor: Dr. h. c. A. Tzaut; Subdirektoren: Dr. A. Bohren, Dr. H. Gervais.

Zentralverwaltung. (Abteilungschefs.)

I. Dienstabteilung (Rechtswesen): Dr. U. Oertli.
III. „ (Unterstellung): E. Collaud.
IV. „ (Tarif): P. Beuttner.
V. „ (Unfallverhütung): M. Helfenstein.
VI. „ (Unfallabteilung): Vakant.
VII. „ (Aerztlicher Dienst): Dr. D. Pometta, Oberarzt.
VIII. „ (Buchhaltung und Prämienkontrolle): A. Witzig.
XI. „ (Wertschriftenverwaltung): W. Rauber.

Kreisagenturen. (Chefs.)

1. Lausanne: E. Moulin.
2. La Chaux-de-Fonds: E. Welti.
3. Bern: A. Ingold.
4. Basel: J. Krebs.
5. Aarau: Dr. O. Bühler.
6. Luzern: J. Guanella.
7. Zürich: O. Koller.
8. Winterthur: K. Hintermeister.
9. St. Gallen: Dr. O. Kunz.

G.

Schweizerische Bundesbahnen. — Chemins de Fer Fédéraux.

Abteilung für Elektrifizierung bei der Generaldirektion. — Service de l'électrification à la Direction générale.

Ständiger technischer Berater der Generaldirektion: Dr. ing. E. Huber.
Oberingenieur: H. Eggenberger.
Stellvertreter des Oberingenieurs: Th. Müller.
Sektionschefs: K. Seidel, H. Habich, A. Dudler, H. Eckert.
Betriebsleiter der Kraftwerkgruppe Amsteg-Ritom in Amsteg: A. Burger.
Abteilungssekretär: Dr. A. Meyer.
Kraftwerkmeister des Kraftwerkes Ritom: E. Pini.
Betriebsleiter des Kraftwerkes Barberine in Châtelard: G. Urben.
Betriebsleiter der Kraftwerkgruppe Vernayaz-Barberine: J. Schmid.
Sektionschef für elektrische Anlagen, Kreis I, Lausanne: H. Gnaegi.
Sektionschef für elektrische Anlagen, Kreis II, Luzern: M. Mosser.
Sektionschef für elektrische Anlagen, Kreis III, Zürich: E. Hofer.

Abteilung des Fahr- und Werkstättedienstes. — Division du matériel et de la traction à la Direction générale.

Obermaschineningenieur: M. Weiss.
Stellvertreter des Obermaschineningenieurs: H. Gaudy und J. Schurrenberger.
Chef der techn. Sektion: F. Steiner.
Chef der Betriebssektion: H. Huber.

Kantonale und regionale Amtsstellen.
Administrations cantonales et régionales.

Verzeichnis der Lokalbehörden,

welche gemäss Art. 44 des Bundesgesetzes betreffend die elektrischen Schwach- und Starkstromanlagen vom 24. Juni 1902 zur Entscheidung über die Entfernung von Baumästen zuständig sind.

Liste des autorités locales

compétentes, selon art. 44 de la loi fédérale du 24 juin 1902 concernant les installations électriques à faible et à fort courant, pour décider de l'éloignement des branches d'arbres.

Kanton, Canton: Behörde, Autorité:

Zürich: Friedensrichter.
Bern: Einwohnergemeinderat.
Luzern: Friedensrichter.
Uri: Gemeinderat.
Schwyz: Bezirksammann.
Unterwalden ob dem Wald: Gemeinderatsausschuss.
Unterwalden nid dem Wald: Gemeinderat.
Glarus: Landesschatzungskommission I. Instanz.
Zug: Einwohnerrat (eventuell Polizeiamt).
Freiburg: Friedensrichter.
Solothurn: Für den I. Baubezirk (Amteien Solothurn-Lebern und Bucheggberg-Kriegstetten): der Kantonsingenieur; für den II., III. und IV. Baubezirk: der betreffende Bezirksbauadjunkt.
Baselstadt: Zivilgerichtspräsident.

Kanton, Canton: Behörde, Autorité:

Baselland: Gemeinderat.
Schaffhausen: Flurkommission.
Appenzell A.-Rh.: Spezialkommission des Gemeindegerichtes.
Appenzell I.-Rh.: Kommission des Bezirksrates.
St. Gallen: Hypothekarschätzer.
Graubünden: Kreisgerichtsausschuss.
Aargau: Flurkommission.
Thurgau: Flurkommission.
Tessin: Regierungskommissär (Commissario di Governo).
Waadt: Strassenmeister (voyer).
Wallis: Gemeinderichter (juge de commune).
Neuenburg: Friedensrichter (juge de paix).
Genf: Baudepartement (Département des Travaux publics).

Höhere und mittlere elektrotechnische Unterrichtsanstalten.
Ecoles supérieures et moyennes pour matières électrotechniques.

Eidg. Technische Hochschule in Zürich. — Ecole polytechnique fédérale à Zurich.

Präsident des schweizerischen Schulrates: Prof. Dr. A. Rohn.
Rektor der Eidgenössischen Technischen Hochschule: Prof. Dr. P. Niggli, Zürich.
Vorstand der Maschineningenieurschule: Prof. R. Dubs.
Vorstand des physikalischen Institutes: Prof. Dr. P. Scherrer.
Vorstand des elektrotechnischen Institutes: Prof. Dr. K. Kuhlmann.
Vorstand des physikalisch-chemischen und elektrochemischen Institutes: Prof. Dr. Baur.

Dozenten für physikalische, elektrotechnische und elektrochemische Fächer:

Prof. Dr. B. Bauer; Prof. Dr. K. Kuhlmann; Prof. E. Dünner; Prof. Dr. W. Kummer; Prof. Dr. E. Baur; Prof. Dr. W. Pauli; Prof. Dr. P. Scherrer; Prof. Dr. F. Tank; Privatdozent Dr. N. P. Andronescu; Privatdozent Dr. E. Wirz; Privatdozent Dr. M. Dällenbach; Privatdozent Dr. K. Schild.

Universitäten. — Universités.

Dozenten der Physik und der Elektrotechnik. — Professeurs de Physique et d'Electrotechnique.

Universität Basel.

Prof. Dr. A. Hagenbach; Prof. Dr. F. Fichter; Prof. Dr. A. L. Bernoulli; Prof. Dr. W. Matthies; Prof. Dr. H. Veillon; Prof. Dr. H. Zickendraht; Prof. Dr. L. Zehnder; Dr. A. Schmid. Privatdozenten: Dr. F. Bürki; Dr. M. Wehrli.

Universität Bern.

Prof. Dr. H. Greinacher; Prof. Dr. Gruner. Privatdozenten: Frl. Dr. G. Woker; Dr. W. Koestler.

Université de Fribourg.

Prof. Dr. P. Joye. Privatdozent: Dr. E. Brasey.

Université de Genève.

Prof. Dr. E. Briner; Prof. Dr. Chr.-E. Guye; Prof. Dr. A. Schidlof.

Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne.

Prof. J. Landry; Prof. Dr. A. Perrier; Prof. B. Mayor; Prof. Dr.-P. L. Mercanton; Prof. H. Favez; Prof. E. Juillard.

Université de Neuchâtel.

A. Jaquerod, prof. de physique et de mécanique; A. Berthoud, prof. de chimie et de chimie physique.

Universität Zürich.

Physik: Ordentl. Professor: Dr. E. Meyer; Privatdozenten: Prof. Dr. S. Ratnowsky; Prof. Dr. R. Bär.
Theoretische Physik: Ordentl. Professor: Dr. G. Wentzel.
Physikalische Chemie: Ordentl. Professor: Dr. V. Heim.

Technische Mittelschulen. — Ecoles techniques moyennes.

Dozenten der Physik und der Elektrotechnik. — Professeurs de Physique et d'Electrotechnique.

Bernisches Kantonales Technikum Biel.

F. Saager, Direktor; A. Weber-Sahli, Vize-Direktor und Vorsteher des elektrotechnischen Laboratorium; Dr. O. Wetter, Chemiker; Fr. Grediger, Elektroingenieur.

Bernisches Kantonales Technikum Burgdorf.

K. Vollenweider, Direktor; Dr. E. Blattner; Dr. W. Koestler; R. Koblet.

Technicum de Fribourg.

Prof. E. Lang, ing.; Prof. Dr. P. Lambossy; Prof. Dr. E. Brasey.

Ecole des Art et Métiers à Genève.

Prof. E. Lecoultre, ing.; Prof. A. Gimmi; Prof. P. Rossier; Prof. Dr. A. Schidlof; Prof R. Zurcher; Prof. A. Dupraz.

Zürcherisches Kantonales Technikum Winterthur.

Prof. Dr. E. Dolder; Prof. A. Imhof, Ing.; Prof. M. Landolt.
Hilfslehrer an der elektrotechn. Abteilung: W. Fröhlich, Ing.

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke | REDAKTION Zürich 8, Seefeldstr. 301 | Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité

Verlag und Administration | Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G. Zürich 4, Stauffacherquai 36/38 | Editeur et Administration

XX. Jahrgang / XXe Année — Bulletin No. 1 — Januar I / Janvier I 1929

La réduction des pertes ohmiques sur les lignes électriques à haute tension par les courants de charge.

Par *Ch. Richard*, Ingénieur, Berne.

621.319.13 (004)

L'étude présente fournit une formule indiquant l'influence des courants de charge des lignes électriques à haute tension sur les pertes ohmiques produites par les courants de service et en donne une application pratique.

Der Autor entwickelt eine Formel für den Einfluss der Ladeströme von Hochspannungsleitungen auf die Ohmschen Verluste, welche von den Betriebsströmen hervorgerufen werden, und zieht daraus eine praktische Schlussfolgerung.

Les pertes de puissance électrique produites dans un fil conducteur s'expriment par la formule

$$\triangle p = i^2 \, dr \tag{1}$$

dont les termes signifient

$\triangle p$ les pertes électriques en Watt
i le courant en Ampère
dr la résistance en Ohm,

toutes valeurs prises par unité de longueur du fil et pour un moment déterminé.

Pour toute la longueur du fil les pertes s'évaluent à

$$\triangle P = \int_0^r i^2 \, dr \tag{2}$$

Dans le cas d'un fil d'homogénéité axiale, r ne varie pas le long du fil, donc

$$dr = R \, dx \tag{3}$$

$$\triangle P = R \int_0^{l_0} i^2 \, dx \tag{4}$$

Pour un courant sinusoidal $\mathcal{J}$ dont i est une valeur momentanée quelconque, (4) se transforme en

$$\triangle P_t = R \int_0^{l_0} I^2 \, dx \tag{5}$$

si I représente la valeur effective de ce courant $\mathcal{J}$.

Dans le cas d'une ligne électrique à haute tension et servant à l'exploitation industrielle, le courant $\mathfrak{J}$ de la ligne varie le long de la ligne, entre autres à cause des courants de charge. Ces derniers nécessitent un courant $\mathfrak{J}_c$ dans le conducteur de la ligne allant en diminuant en progressant sur la ligne. En même temps le vecteur de ce courant $\mathfrak{J}_c$ change de direction. La portion constante du courant $\mathfrak{J}$ sera le courant $\mathfrak{J}_s$ de service. Nous admettons

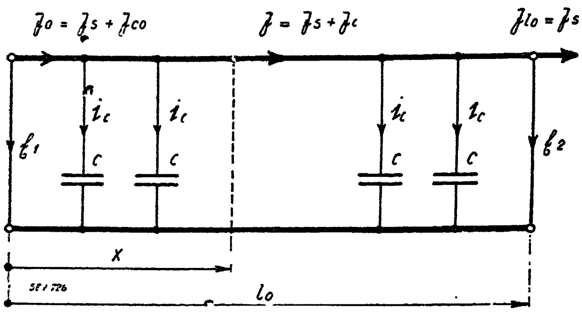


Fig. 1.

$$\mathfrak{J} = \mathfrak{J}_s + \mathfrak{J}_c \tag{6}$$

tous les termes pris dans leur sens vectoriel.

$\mathfrak{J}_c$ en fonction du chemin parcouru sur la ligne se calcule au moyen de la figure 1.

$$i_c = j\omega c l dx$$

$$i_c = C\,\mathcal{E}\,dx \tag{7}$$

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 - \sum_0^x e\,dx \tag{8}$$

e étant un vecteur indiquant la direction de la chute de tension et sa valeur par unité de longueur de la ligne. La direction de ce vecteur dépend de l'impédance de la ligne et de la direction du courant $\mathfrak{J}$. Cette dernière étant variable le long de la ligne, celle de e l'est aussi. Mais l'on conçoit facilement que la variation de la direction de $\mathfrak{J}$ est relativement la plus forte alors que $\mathfrak{J}_c$ est perpendiculaire à $\mathfrak{J}_s$. En même temps la valeur absolue du courant $\mathfrak{J}$ est relativement le moins influencée par $\mathfrak{J}_c$. C'est aussi alors que l'influence des courants de charge sur les pertes ohmiques produites par le courant de service $\mathfrak{J}_s$ sera la plus faible. Par contre la direction de $\mathfrak{J}$ ne varie pas lorsque $\mathfrak{J}_s$ et $\mathfrak{J}_c$ ont la même direction, alors même que l'influence des courants de charge sur les pertes sera relativement la plus forte. Il est donc admissible en première approximation d'établir

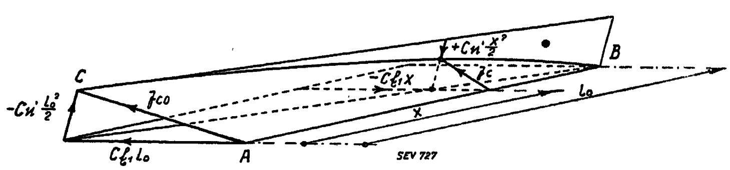


Fig. 2.

$$e = e' = \frac{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2}{l_0} \tag{9}$$

c'est-à-dire d'attribuer une direction constante à e'.

Par conséquent:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 - e'x \tag{10}$$

D'après les indications de la fig. 1 l'on établit:

$$\mathfrak{J}_{c0} = \sum_0^{l_0} i_c\,dx = \sum_0^{l_0} C\,(\mathcal{E}_1 - e'x)\,dx$$

$$= \sum_0^{l_0} C\,\mathcal{E}_1\,dx - \sum_0^{l_0} C\,e'\,dx$$

$$= \int_0^{l_0} C\,E_1\,dx \,\widehat{=}\, \int_0^{l_0} C\,e'\,x\,dx$$

Ensuite:

$$\mathcal{J}_{c\,0} = C\,\mathcal{E}_1\,l_0 - C\,e'\,\frac{l_0^2}{2} = C\,l_0\left(\mathcal{E}_1 - e'\,\frac{l_0}{2}\right) \tag{11}$$

$$\mathcal{J}_c = \mathcal{J}_{c\,0} - \sum_0^{x} C\,(\mathcal{E}_1 - e'x)\,dx$$

$$= \mathcal{J}_{c\,0} - \sum_0^{x} C\,\mathcal{E}_1\,dx + \sum_0^{x} C\,e'\,dx$$

$$= \mathcal{J}_{c\,0} \,\widehat{=}\, \int_0^{x} C\,E_1\,dx \mp \int_0^{x} C\,e'\,x\,dx$$

$$= \mathcal{J}_{c\,0} - C\,\mathcal{E}_1\,x + C\,e'\,\frac{x^2}{2}$$

$$\mathcal{J}_c = C\,\mathcal{E}_1\,l_0 - C\,\mathcal{E}_1\,x - C\,e'\,\frac{l_0^2}{2} + C\,e'\,\frac{x^2}{2} \tag{12}$$

(12) est représentée par la fig. 2.

$$\mathcal{J}_c = C\,(l_0 - x)\left[\mathcal{E}_1 - e'\,\frac{l_0 + x}{2}\right] \tag{13}$$

Les équations (5), (6) et (13) fournissent le tableau suivant:

$$\triangle P_t = R\int_0^{l_0} I^2\,dx \tag{5}$$

$$\mathcal{J} = \mathcal{J}_s + \mathcal{J}_c \tag{6}$$

$$\mathcal{J}_c = C\,(l_0 - x)\left[\mathcal{E}_1 - e'\,\frac{l_0 + x}{2}\right] \tag{13}$$

Il en résulte que pour déterminer l'influence des courants de charge sur les pertes ohmiques il est nécessaire de fixer le rapport entre le courant $\mathcal{J}_s$ et le courant $\mathcal{J}_c$. A cet effet le courant $\mathcal{J}_s$ de l'équation (6) doit être constant. De même tous les termes de l'équation (13) doivent être constants à l'exception de x et de $\mathcal{J}_c$. Cela revient à dire que (6) et (13) doivent être établies pour une charge déterminée et pour une ligne déterminée.

Le courant $\mathcal{J}_s$ en tant que vecteur pourra être composé de plu-

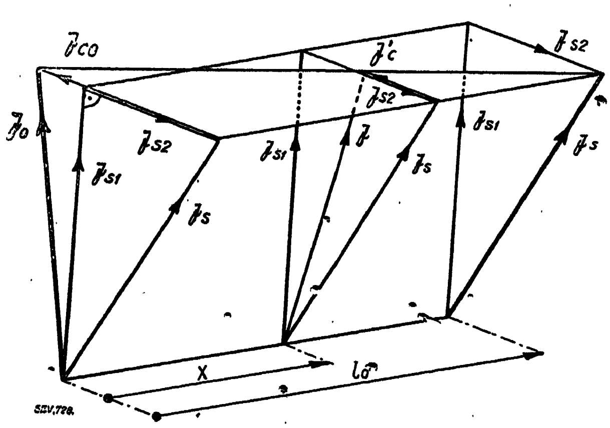


Fig. 3.

sieurs courants partiels de grandeur et de direction différente. En vue de combiner $\mathcal{J}_s$ avec $\mathcal{J}_c$ d'après (6) on choisira de préférence deux composantes $\mathcal{J}_{s1}$ et $\mathcal{J}_{s2}$ perpendiculaires l'une à l'autre. La première $\mathcal{J}_{s1}$ dans la direction de la tension $\left(\mathcal{E}_1 - e' \frac{l_0}{2}\right)$ qui est à peu près la tension au milieu de la ligne et la seconde $\mathcal{J}_{s2}$ perpendiculaire à celle-là, c'est à dire dans la direction de $\mathcal{J}_{c0}$ ou en sens inverse.

$$I_s^2 = I_{s1}^2 + I_{s2}^2 \tag{14}$$

$$\mathcal{J} = \mathcal{J}_{s1} + \mathcal{J}_{s2} + \mathcal{J}_c \tag{15}$$

D'après (13) et la fig. 2 le courant $\mathcal{J}_c$ varie en valeur absolue et en direction, en progressant sur la ligne. Mais dans la plupart des cas la courbe de la fig. 2 allant de C à B pourra être identifiée avec la direction CB elle même, si bien que

$$\mathcal{J}_c' = C\,(l_0 - x)\left[\mathcal{E}_1 - e' \frac{l_0}{2}\right] \tag{16}$$

La direction de $\mathcal{J}_c'$ reste la même sur toute la ligne et se trouve être celle de $\mathcal{J}_{s2}$ ou l'inverse. Donc

$$\mathcal{J} = \mathcal{J}_{s1} + (\mathcal{J}_{s2} \pm \mathcal{J}_c') \tag{17}$$

$$I^2 = I_{s1}^2 + (I_{s2} \pm I_c')^2 \tag{18}$$

$$\Delta P_t = R\left[\int_0^{l_0} I_{s1}^2\,dx + \int_0^{l_0} (I_{s2} \pm I_c')^2\,dx\right] \tag{19}$$

$$(I_{s2} \pm I_c') = I_{s2} \pm C\,(l_0 - x)\left|\left[\mathcal{E}_1 - e' \frac{l_0}{2}\right]\right|$$

$$= I_{s2} \pm K\,(l_0 - x) \tag{20}$$

$$(I_{s2} \pm I_c')^2 = I_{s2}^2 \pm 2\,I_{s2}\,K\,(l_0 - x) + K^2\,(l_0 - x)^2$$

$$\int_0^{l_0} (I_{s2} \pm I_c')^2\,dx = I_{s2}^2\,l_0 \pm I_{s2}\,K l_0^2 + K^2\left(\frac{1}{3}\,l_0^3\right)$$

$$= l_0\left[I_{s2}^2 \pm I_{s2}\,K\,l_0 + \frac{1}{3}\,K^2\,l_0^2\right] \tag{21}$$

Or, $K\,l_0 = C l_0 \left|\left[\mathcal{E}_1 - e' \frac{l_0}{2}\right]\right| = I_{c0}$ d'après (11) et (20)

d'où $$\Delta P_t = R l_0\left[I_{s1}^2 + I_{s2}^2 \pm I_{s2}\,I_{c0} + \frac{1}{3}\,I_{c0}^2\right]$$

ou, si l'on pose: $R\,l_0 = R_0$

$$\Delta P_t = R_0\left[I_s^2 \pm I_{s2}\,I_{c0} + \frac{1}{3} I_{c0}^2\right] \tag{22}$$

$$\Delta P_t = R_0\,[\mathrm{K}\,I_s^2] \tag{23}$$

Les pertes ohmiques sans les courants de charge s'évaluent à

$$\Delta P_{ts} = R_0\,I_s^2. \tag{24}$$

Donc la réduction des pertes ohmiques par les courants de charge:

$$\mathrm{K} = \frac{\Delta P_t}{\Delta P_{ts}} \tag{25}$$

Pour une ligne à plusieurs phases les mêmes formules (1) à (25) s'appliquent à chacune des phases de la ligne avec cette modification toutefois que C ne représente plus la capacité élémentaire d'un conducteur par rapport à la terre seulement mais la capacité de service par unité de longueur de ce conducteur.

Le facteur K de la formule (25) a été calculé pour un tronçon de ligne du réseau 150 kV des Forces Motrices Bernoises à Berne et en supposant C égal pour les trois phases. Le résultat de ces calculs est représenté par les fig. 4 et 5.

Les pertes ohmiques sans les courants de charge et pour le facteur de puissance égal à l'unité, s'expriment d'après le développement de (14) par

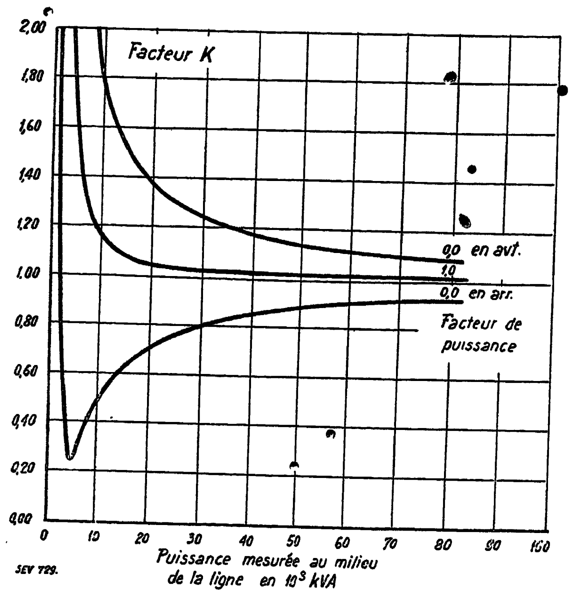


Fig. 4.

$$\Delta P_{ts1} = R_0 I_{s1}^2 \tag{26}$$

Par conséquent le facteur

$$\lambda = \frac{\Delta P_t}{\Delta P_{ts1}} = \frac{(23)}{(26)} \tag{27}$$

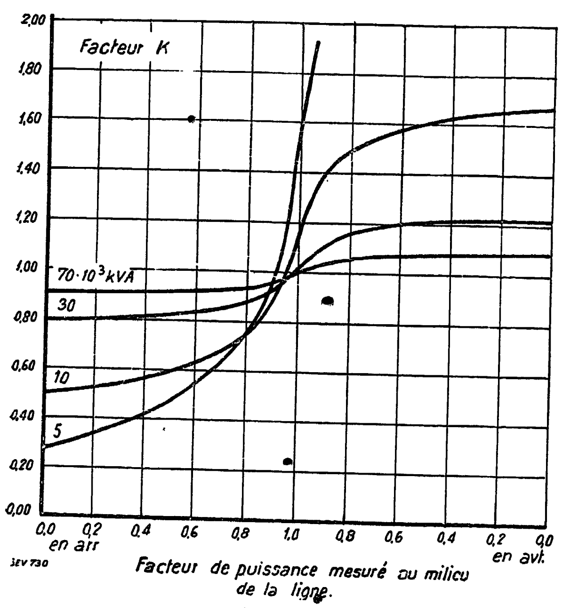


Fig. 5.

indique le rapport entre les pertes ohmiques produites par une charge quelconque (influence des courants de charge comprise) et celles que produirait la partie purement ohmique de cette même charge à elle seule et sans courant de charge de la ligne.

Le facteur λ de la formule (27) a été calculé pour le même tronçon de ligne que le facteur K.

Le résultat est représenté par les fig. 6 et 7. Il en découle que le minimum des pertes ohmiques d'une certaine charge ohmique n'est pas toujours atteint lorsque le facteur de puissance est égal à l'unité. Pour de faibles charges ohmiques, relativement à la charge à vide de la ligne, les pertes ohmiques sont nettement inférieures pour des facteurs de puissance inférieurs à l'unité et dans le domaine des puissances réactives.

Le tronçon en question est situé entre la station de distribution d'Innertkirchen des Forces Motrices Oberhasli et la centrale de Mühleberg des Forces Motrices Bernoises et présente une longueur de 120 km. La charge moyenne à vide de cette ligne est de 6400 kVA à la tension moyenne de 140 kV et pour les trois conducteurs.

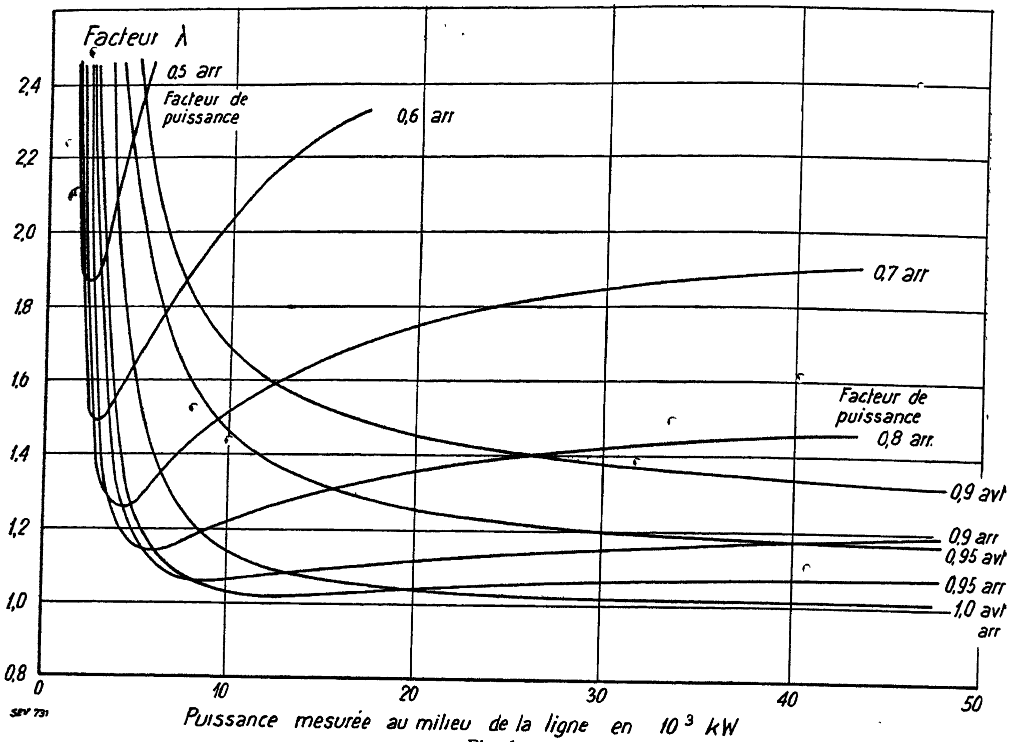


Fig. 6.

L'analyse de la formule (23) montre que le minimum de K est rigoureusement de 0,25 pour toutes longueurs de ligne et pour toutes tensions et que ce minimum est atteint pour une charge purement réactive transmise égale aux deux tiers de la charge purement capacitive à vide de la ligne, donc dans le cas des fig. 4 et 5 aux deux tiers de 6400 kVA, soit environ 4270 kVA.

D'après les fig. 4 et 5 il y a réduction des pertes ohmiques seulement dans le cas des charges réactives jusqu'à une limite rapprochée des charges purement ohmiques. *D'après les fig. 6 et 7 la réduction des pertes ohmiques dans le cas des charges réactives est telle que pour chaque facteur de puissance et jusqu'à une certaine limite de puissance les pertes sont plus faibles que si la même puissance*

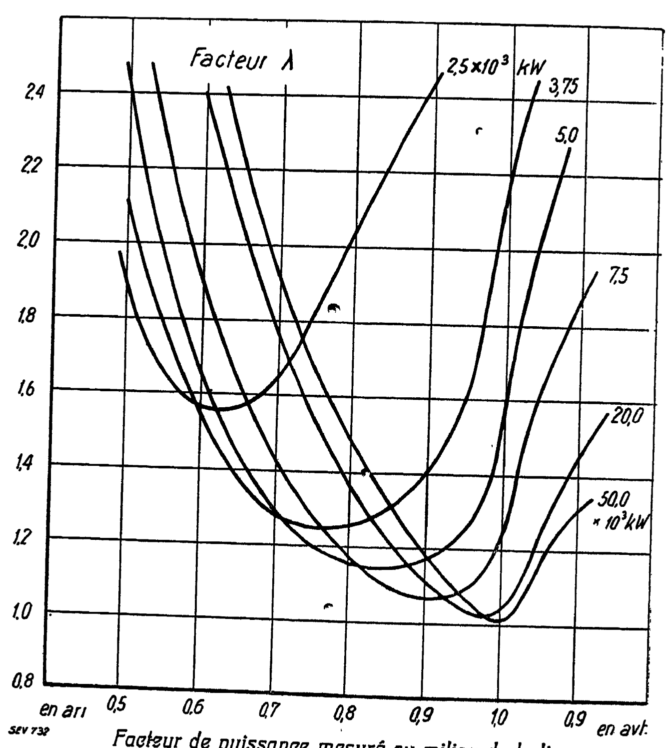


Fig. 7.

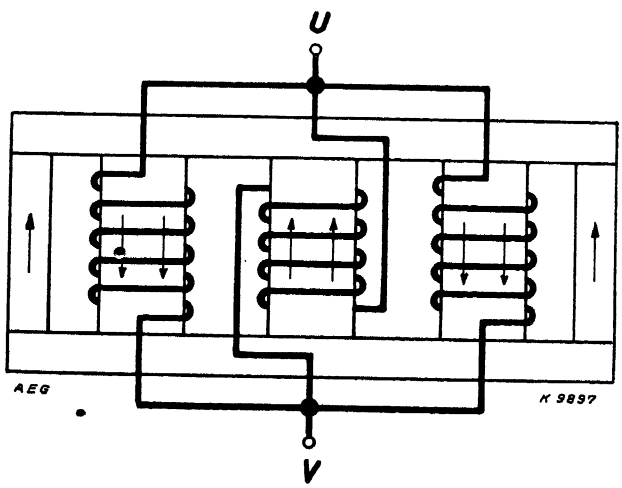
ohmique était transmise avec le facteur de puissance égal à l'unité. Il en résulte qu'il y a avantage, quant aux pertes, de ne pas franchir le facteur de puissance égal à l'unité du côté des charges capacitives. Par conséquent la marge des facteurs de puissance à réserver pour le réglage de la tension dans une installation électrique comportant une ligne de transmission à haute tension se trouvera avantageusement entièrement dans le domaine des charges réactives. *Alors il est à recommander de choisir les facteurs de puissance entre 0.95 et 0.98 environ pour les fortes charges et entre 0.60 et 0.70 environ pour les charges faibles.*

Technische Mitteilungen. – Communications de nature technique.

Ein 100 000-kVA-Transformator für Oelschalter-Laboratorien.

621.314.2

Für ihr Oelschalter-Laboratorium hat die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft einen Transformator hergestellt, der bei einer Leistung von 100 000 kVA wohl den grössten bisher gebauten Transformator darstellt. Hochvoltseitig hat er pro Schenkel 12 Spulen zu 6 kV, niedervoltseitig 2 in Reihe geschaltete und für 13,5 kV bemessene Spulen. Anfang und Ende aller Spulen sind getrennt über den Deckel geführt, damit man die Hochvoltspulen in Reihe und in verschiedenen Gruppen parallel schalten kann. In ersterer Schaltung ergeben sich bei Sternschaltung der 3 Schenkel 125 kV. Die „Kurzschlußspannung beträgt bei allen Schaltungen mit Rücksicht auf den Verwendungszweck für Kurzschlussversuche nicht mehr als höchstens



2,8 %. Die Figur zeigt eine interessante Umschaltung auf einphasigen Betrieb. Die drei Wicklungen der Hauptschenkel sind niedervoltseitig parallel geschaltet, wobei die Magnetisierung des Mittelschenkels entgegengesetzt der der beiden Nachbarschenkel ist. Schaltet man hochvoltseitig bei 12 Spulen pro Schenkel in Serie und in die Wicklungen parallel, so erhält man bei 72/135 kV die volle einphasige Leistung von 100 000 kVA. Man erkennt auch, dass man durch hochvoltseitige Reihenschaltung zweier Schenkel bei reduzierter Leistung das Uebersetzungsverhältnis 144/13,5 kV erhalten kann. Es ist also möglich, einpolige Schalter für ein geerdetes 250-kV-Netz unter normalen Betriebsverhältnissen zu prüfen.

Nachstehend geben wir verschiedene Spannungen an, bei denen sich der Transformator mit der vollen Leistung beanspruchen lässt:

1. bei Sternschaltung: 10,4, 20,8, 31,2, 41,6, 52 und 124,8 kV;
2. bei Dreieckschaltung: 6, 12, 18, 30 und 72 kV.

Ferner sind aber auch noch folgende Spannungen möglich, bei denen gewisse Leistungsverringerungen auftreten:

1. bei Sternschaltung: 62,4, 72,8, 83,2, 93,6, 104 und 114,4 kV;
2. bei Dreieckschaltung: 24, 36, 42, 48, 54, 60 und 66 kV.

Bei allen diesen Schaltungen ist die Kurzschlußspannung, wie bereits erwähnt, nicht höher als 2,8 %, in manchen Fällen sogar noch etwas geringer. Ing. *K. Trott.*

Eine 50-kW-Glühlampe.

621.326

Wie der «Illuminating Engineer» vom Dezember 1928, S. 334, meldet, war neulich in

Cleveland (U. S. A.) eine Glühlampe für eine Leistungsaufnahme von 50 000 Watt ausgestellt. Diese Lampe, welche in Nela Park gebaut wurde, dürfte wohl die grösste der Welt sein. Ueber die Konstruktion wird mitgeteilt, dass der Ballon einen kaminartigen Aufsatz aufweise, an welchem zur Förderung der Wärmeabgabe eine Anzahl Querscheiben angebracht sind. Die Lampe ist gasgefüllt. Leider ist nichts über die Zweckbestimmung dieser Riesenlampe zu erfahren, welche jedoch vom konstruktiven Standpunkt aus Interesse beanspruchen darf.

Elektrische Warmwasserspeicher in den U. S. A.

643.36

Aus einem Artikel des Electrical World vom 24. November 1928 ist ersichtlich, dass bis vor nicht langer Zeit in den Vereinigten Staaten noch sehr wenig Warmwasserspeicher im Gebrauch waren und man sich erst jetzt für diese Apparate mehr und mehr interessiert, um die Belastung der Elektrizitätswerke gleichmässiger zu gestalten.

Ein Studienkomitee empfiehlt als normale Grösse für Haushaltungen 220—330-Liter-Speicher mit Heizkörpern von 3—5 kW und will bei der bisherigen Praxis konstatiert haben, dass pro Tag und Person 60—80 Liter warmes Wasser gebraucht werden. Der Energieverbrauch betrug im Mittel 0,07 kWh pro Liter verbrauchtes warmes Wasser. Es geht daraus hervor, dass die mittlere Endtemperatur des Wassers etwa 50—60° C betrug.

Wir sehen bei diesem Anlasse wieder mit Vergnügen, dass auch die Amerikaner, die doch englisch sprechen, das Wort «Boiler» nicht auf die Warmwasserspeicher anwenden; sie nennen dieselben einfach «Waterheater».

Miscellanea.

Schweizerischer Bundesrat. Dem im Dezember 1928 neugewählten Bundesrat Dr. *M. Pilet* wurde das Departement des Innern zugeteilt. Die Departementsverteilung ist nun folgende: Politisches Departement: Vorsteher *Motta,* Stellvertreter Schulthess; Inneres: Vorsteher *Pilet,* Stellvertreter Schulthess; Justiz- und Polizeidepartement: Vorsteher *Häberlin,* Stellvertreter Pilet; Militärdepartement: Vorsteher *Scheurer,* Stellvertreter Häberlin; Finanz- und Zolldepartement: Vorsteher *Musy,* Stellvertreter Motta; Volkswirtschaftsdepartement: Vorsteher *Schulthess,* Stellvertreter Scheurer; Post- und Eisenbahndepartement: Vorsteher *Haab,* Stellvertreter Musy. Bundespräsident für 1929 ist Dr. *R. Haab.*

Totenliste des S. E. V.

Im Sommer 1928 ist Betriebschef *Alfred Heussi* vom Elektrizitätswerk Schwyz gleichzeitig mit seinem Sohne, der an der Eidg. techn. Hochschule in Zürich studiert, in den S. E. V. eingetreten, und nun haben wir schon die schmerzliche Pflicht, unsern Mitgliedern den am 5. Dezember abhin erfolgten Hinschied des Hrn. Heussi senior mitzuteilen. Der Verstorbene war, wie wir den uns vom Elektrizitätswerk Schwyz in freundlicher Weise zur Verfügung gestellten Angaben entnehmen, am 14. August 1878 in Mühlehorn (Kt. Glarus) geboren. Er besuchte die Sekundarschule in Horgen und liess sich am Technikum in Biel zum Elektrotechniker ausbilden. Am 1. Februar 1900 trat er seine erste Stelle an beim Elektrizitätswerk Schwyz, wo er bis zu seinem Tode verblieb. Im Laufe der Jahre ist der Verstorbene zum technischen Betriebsleiter vorgerückt, neben einem kaufmännischen Betriebsleiter. Er hatte sich in seinem Gebiete sehr gut eingelebt und sich auch in den Beziehungen zu den Behörden und Abonnenten als sehr geschickt und tätig erwiesen. Er machte aber stets den Eindruck eines nicht ganz kräftigen Mannes und bedurfte im Laufe des Jahres 1928 längere Zeit der Schonung. Nach einem Kuraufenthalt in Degersheim kehrte er anfangs November zurück und wollte die Arbeit wieder aufnehmen, obschon ihm angeraten wurde, eine Nachkur im Süden zu machen. Er wollte aber doch leichtere Arbeit versuchen, musste aber nach einigen Tagen wieder aussetzen und hatte dann die Absicht, sich in die Behandlung eines Spezialarztes zu begeben. Aber schon in der ersten Nacht wurde er von Unwohlsein befallen und reiste andern Tags ab zu Verwandten nach Horgen, wo er kurz nach Eintreffen verschied. Die Mitglieder des S. E. V. und des V. S. E. werden dem leider so unerwartet Dahingeschiedenen das beste Andenken bewahren. *F. L.*

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Die Haftpflicht der Besitzer elektrischer Anlagen.

621.3(007)

Die Besitzer und Benützer elektrischer Hausinstallationen und auch die Installateure haben oft eine falsche Vorstellung von ihrer Haftpflicht und von jener des Elektrizitätswerkes. In einem kürzlich gefällten bundesgerichtlichen Entscheid wurde allerdings das stromliefernde Werk zu einer Entschädigung verurteilt, aber aus Erwägungen, die in den besonderen Verhältnissen des Falles und nicht im Elektrizitätsgesetz begründet waren. Ein oberflächliches Urteil

könnte zu der Annahme führen, die Elektrizitätswerke seien für *alle* Schäden verantwortlich, die an den elektrischen Hausinstallationen oder durch diese entstehen. Dem ist aber nicht so.

Wer die Installation ausgeführt hat, sei er Privatinstallateur oder sei es das Elektrizitätswerk, haftet dem Besteller der Installation für verborgene Mängel auf Grund des Obligationenrechtes (Kapitel Werkvertrag, Art. 363—379) normalerweise fünf Jahre lang, vom Datum der Abnahme der Anlage an gerechnet, wenn nicht in einem besondern Werkvertrag etwas anderes festgelegt worden ist.

Das Elektrizitätswerk als Lieferant des Stromes hat seinem Bezüger gegenüber

1. die Verpflichtungen, die der Stromlieferungsvertrag ihm auferlegt, und
2. die Verpflichtungen, die im Elektrizitätsgesetz vom 24. Juni 1902 niedergelegt sind.

Dieses Gesetz behandelt in Abschnitt V die besonderen Haftpflichtbestimmungen, denen das Elektrizitätswerk als Betriebsinhaber der Stromerzeugungs- und Verteilungsanlagen unterworfen ist. Am Schlusse des Abschnittes heisst es aber in Art. 41: «Die Haftpflichtbestimmungen des Abschnitts V finden keine Anwendung auf elektrische Hausinstallationen.» Ebenso sagt Art. 26 im Abschnitt IV («Kontrolle») dieses Gesetzes: «Die in Abschnitt IV vorgesehene Kontrolle erstreckt sich nicht auf die Hausinstallationen. Dagegen wird derjenige, welcher elektrische Kraft an Hausinstallationen abgibt, verpflichtet, sich über die Ausübung einer solchen Kontrolle beim Starkstrominspektorat auszuweisen und es kann diese Kontrolle einer Nachprüfung unterzogen werden.»

Wenn das Elektrizitätswerk nachweisen kann, dass die durch den erwähnten Art. 26 verlangte periodische Prüfung ausgeführt worden ist, hat es seine Pflicht erfüllt. Ueber die angemessen erscheinende Häufigkeit der Prüfung gibt § 305 der neuen Hausinstallationsvorschriften des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins Aufschluss.

Zeigen sich bei der Kontrolle einer Hausinstallation durch das Elektrizitätswerk Mängel, so hat das Werk nur den Besitzer auf diese Mängel schriftlich aufmerksam zu machen. Sind nicht unmittelbar gefahrdrohende Mängel festgestellt worden, so ist das Elektrizitätswerk durch das Gesetz nicht verpflichtet, die Stromlieferung einzustellen. Der Besitzer der Hausinstallation aber ist verantwortlich für allen Schaden, der durch Mängel in seiner Anlage an ihr selbst oder durch sie verursacht werden. Er hat nur eine fünfjährige Rückgriffsmöglichkeit gegen die Firma, die die Anlage nachweisbar fehlerhaft ausgeführt hat.

Jahresbericht des Elektrizitätswerkes der Stadt Bern pro 1927.

Die im Berichtsjahre abgegebene Energiemenge betrug 44,4 Millionen kWh, gegenüber 42,45 Millionen im Vorjahre.

Davon wurden erzeugt:

	1927 kWh	1926 kWh
in den eigenen hydraulischen Anlagen	39 376 430	37 414 891
in den eigenen thermischen Anlagen	273 750	439 544
an Fremdstrom bezogen	4 818 250	4 584 050

Die Maximalbelastung betrug 12 080 kW.

Die Anschlusswerte betrugen:

	kW
für Beleuchtungszwecke	14 747
für Kraftzwecke	15 771
für Wärmezwecke	6 020

Die Stromeinnahmen verteilen sich auf die verschiedenen Abnehmerkategorien wie folgt:

	Fr.
Licht- und Haushaltungsstrom (Einphasennetz)	3 823 737
Oeffentliche Beleuchtung	156 720
Motoren und technische Apparate (Drehstromnetz)	1 443 087
Strassenbahn (ohne Kosten für Umformung)	189 811
	5 613 355

gegenüber 5,212 Millionen Franken im Vorjahr.

Die gesamten Einnahmen betrugen	6 257 887
Die gesamten Ausgaben betrugen	3 690 999
worunter für:	
Fremdstrombezug	412 217
Miete der Dieselanlage	176 000
Kapitalzinsen	438 250
Abschreibungen und Einlagen in den Reserve- und Erneuerungsfonds	566 718
Betrieb, Unterhalt und allgemeine Unkosten	1 514 061

Der zugunsten der Stadtkasse verbleibende Reingewinn betrug Fr. 2 566 888, gegenüber Fr. 2 387 995 im Vorjahre.

Das der Gemeinde auf Jahresschluss geschuldete Kapital beträgt Fr. 7 879 174.

Kapitalinvestierung in der Energiewirtschaft der U. S. A.

Aus einer Mitteilung der National Electric Light Association entnehmen wir die nachfolgenden Zahlen:

Die Neukapitalinvestierung betrug:

1926	772.10^6 $
1927	793.10^6 $
1928 (geschätzt)	800.10^6 $

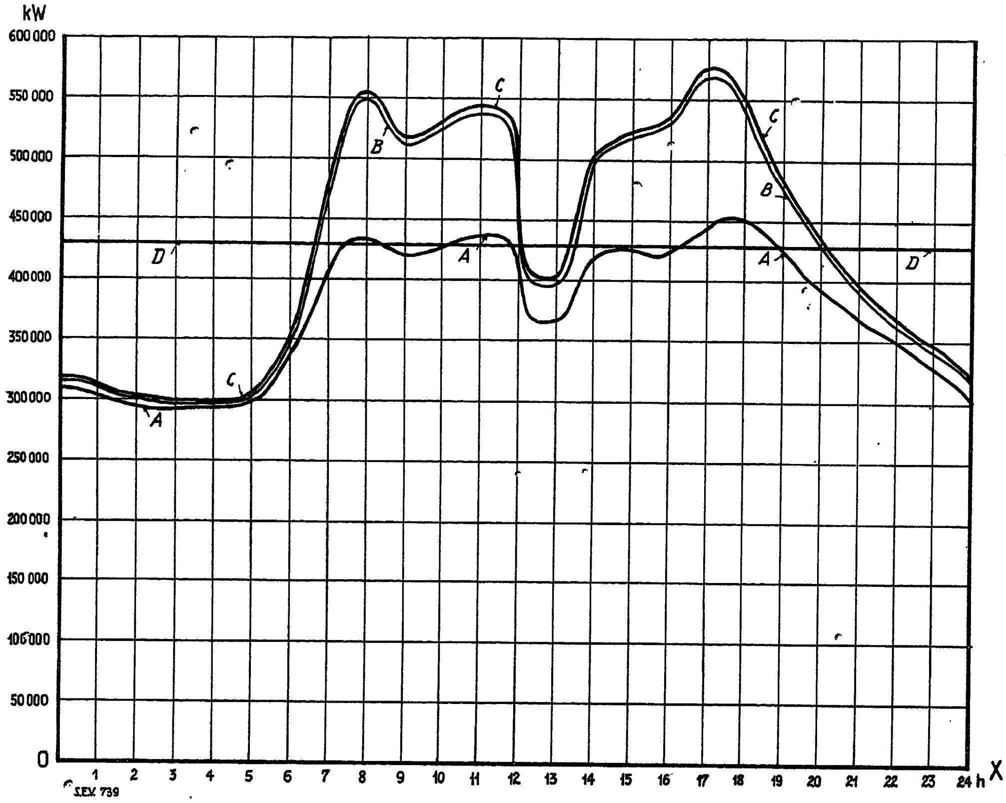
Diese Investierungen verteilen sich wie folgt:

Thermische Energieerzeugungsanlagen	19,7 %
Hydraulische Energieerzeugungsanlagen	8,8 %
Transportleitungen	17,7 %
Verteilleitungen	27,7 %
Unterstationen	15,0 %
Verschiedenes	11,1 %

Statistik des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke über die Energieproduktion.
Statistique de l'Union de Centrales Suisses concernant la production d'énergie.

[Umfassend die Elektrizitätswerke, welche in eigenen Erzeugungsanlagen über mehr als 1000 kW verfügen, d. h. ca. 97 % der Gesamtproduktion[1])].
Comprenant toutes les entreprises de distribution d'énergie disposant dans leurs usines génératrices de plus de 1000 kW, c. à d. env. 97 % de la production totale[2])].

Verlauf der wirklichen Gesamtbelastungen am 14. November 1928.
Diagramme journalier de la production totale le 14 novembre 1928.



Leistung der Flusskraftwerke	= OX÷A =	Puissance utilisée dans les usines au fil de l'eau.
Leistung der Saisonspeicherwerke	= A÷B =	Puissance utilisée dans les usines à réservoir saisonnier.
Leistung der kalorischen Anlagen und Energieeinfuhr	= B÷C =	Puissance produite par les installations thermiques et importée.
Verfügbare Leistung der Flusskraftwerke (Tagesmittel)	= OX÷D =	Puissance disponible (moyenne journalière) des usines au fil de l'eau.

Im Monat November 1928 wurden erzeugt: — *En novembre 1928 on a produit:*

In Flusskraftwerken	261,8 × 10⁶ kWh	dans les usines au fil de l'eau,
In Saisonspeicherwerken	30,9 × 10⁶ kWh	dans les usines à réservoir saisonnier,
In kalorischen Anlagen im Inland	0,4 × 10⁶ kWh	dans les installations thermiques suisses,
In ausländischen Anlagen (Wiedereinfuhr)	2,7 × 10⁶ kWh	dans des installations de l'étranger (réimportation)
Total	295,8 × 10⁶ kWh	au total.

Die erzeugte Energie wurde angenähert wie folgt verwendet: — *L'énergie produite a été utilisée approximativement comme suit:*

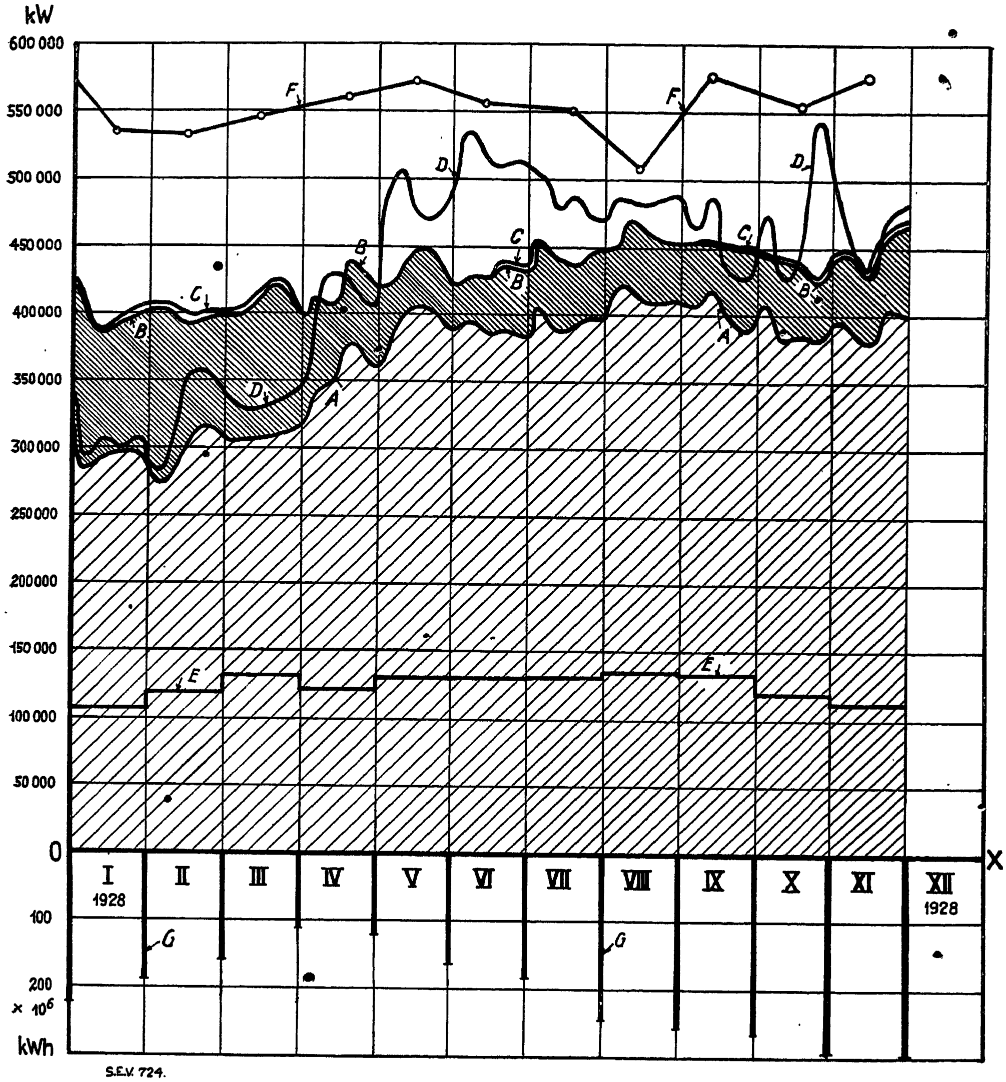
Allgem. Zwecke (Licht, Kraft, Wärme im Haushalt, Gewerbe und Industrie).	ca.	162,0 × 10⁶ kWh	pour usage général (éclairage, force et applications thermiques dans les ménages, les métiers et les industries),
Bahnbetriebe	ca.	15,7 × 10⁶ kWh	pour les services de traction,
Chemische, metallurg. und therm. Spezialbetriebe	ca.	35,6 × 10⁶ kWh	pour chimie, métallurgie et électrothermie,
Ausfuhr	ca.	82,5 × 10⁶ kWh	pour l'exportation,
Total	ca.	295,8 × 10⁶ kWh	au total.

Davon sind in der Schweiz zu Abfallpreisen abgegeben worden: 26,7 × 10⁶ kWh ont été cédées à des prix de rebut en Suisse.

[1]) Nicht inbegriffen sind die Kraftwerke der Schweiz. Bundesbahnen und der industriellen Unternehmungen, welche die Energie nur für den Eigenbedarf erzeugen.

[2]) Ne sont pas comprises les usines des Chemins de Fer Fédéraux et des industriels produisant l'énergie pour leur propre compte.

Verlauf der zur Verfügung gestandenen und der beanspruchten Gesamtleistungen.
Diagramme représentant le total des puissances disponibles et des puissances utilisées.



S.E.V. 724.

Die Kurven *A, B, C* und *D* stellen die Tagesmittel aller Mittwoche, die Kurve *E* Monatsmittel dar.

Die Wochenerzeugung erreicht den 6,40 bis 6,43fachen Wert der Mittwocherzeugung. Das Mittel dieser Verhältniszahl ergibt sich zu 6,42.

Les lignes *A, B, C, D* représentent les moyennes journalières de tous les mercredis, la ligne *E* la moyenne mensuelle.

La production hebdomadaire est de 6,40 à 6,43 fois plus grande que celle des mercredis. La valeur moyenne de ce coefficient est de 6,42.

In Flusskraftwerken ausgenützte Leistung	= $OX \div A$ =	Puissance utilisée dans les usines au fil de l'eau.
In Saisonspeicherwerken erzeugte Leistung	= $A \div B$ =	Puissance produite dans les usines à réservoir saisonnier.
Kalorisch erzeugte Leistung und Einfuhr aus ausländischen Kraftwerken	= $B \div C$ =	Puissance importée ou produite par les usines thermiques suisses.
Auf Grund des Wasserzuflusses in den Flusskraftwerken verfügbar gewesene Leistung	= $OX \div D$ =	Puissance disponible dans les usines au fil de l'eau.
Durch den Export absorbierte Leistung	= $OX \div E$ =	Puissance utilisée pour l'exportation.
An den der Mitte des Monates zunächst gelegenen Mittwochen aufgetretene Höchstleistungen	= $OX \div F$ =	Puissances maximums les mercredis les plus proches du 15 de chaque mois.
Anzahl der am Ende jeden Monats in den Saisonspeicherbecken vorrätig gewesenen Kilowattstunden	= $OX \div G$ =	Quantités d'énergie disponibles dans les réservoirs saisonniers à la fin de chaque mois.

Normalien und Qualitätszeichen des S. E. V.

Normalien zur Prüfung und Bewertung von Schaltern für Hausinstallationen[1]).

(Schalternormalien des S. E. V.)

I. Begriffserklärungen.

Im Nachfolgenden sind einige der wichtigsten Ausdrücke in dem Sinne näher umschrieben, in welchem sie in diesen Normalien verwendet werden.

Schalter ist ein Apparat, welcher zum betriebsmässigen Schliessen und Oeffnen von Stromkreisen unter Belastung dient. (Ausschalter, Umschalter, Wechselschalter, Stern-Dreieckschalter usw., siehe § 2.)

Ein Stoff ist

wärmebeständig, wenn er bei einer Temperatur von 100° C seine elektrischen und mechanischen Eigenschaften nicht in einer für den Verwendungszweck nachteiligen Weise ändert;

hitzebeständig, wenn er bei einer Temperatur von 200° C seine elektrischen und mechanischen Eigenschaften nicht in einer für den Verwendungszweck nachteiligen Weise ändert;

feuersicher bis zu einer bestimmten Temperatur, wenn sich bei dieser Temperatur aus dem Material austretende Gase durch elektrische Funken nicht entflammen lassen;

flammbogensicher, wenn er sich unter der Einwirkung der betriebsmässig auftretenden Flammbogen nicht entflammt und seine elektrischen und mechanischen Eigenschaften nicht in einer für den Verwendungzweck nachteiligen Weise ändert;

feuchtigkeitsbeständig, wenn er seine elektrischen und mechanischen Eigenschaften in feuchter Luft nicht in einer für den Verwendungszweck nachteiligen Weise ändert.

II. Allgemeine Bestimmungen.

§ 1.

Geltungsbereich.

Diese Normalien beziehen sich auf Schalter für Niederspannunsanlagen, die zum Einbau in festverlegte oder bewegliche Leitungen bestimmt sind. Darunter fallen auch die mit Apparaten zusammengebauten Schalter, soweit Normalien für diese Apparate bestehen.

In bezug auf Schalter, die der Wärme ausgesetzt werden, siehe Anhang zu diesen Normalien [2]).

Nicht unter diese Normalien fallen explosionssichere Schalter.

Erläuterung: Niederspannungsanlagen sind Starkstromanlagen, bei welchen die Betriebsspannungen 1000 V Gleichstrom oder effektive Volt Wechselstrom nicht überschreiten. (Vergl. Hausinstallationsvorschriften des S. E. V.)

Schalter für bewegliche Schalterleitungen sind nicht zulässig (siehe § 49 der Hausinstallationsvorschriften). Zulässig dagegen sind Schalter zum Einbau in bewegliche Leitungen, die beide Pole enthalten.

§ 2.

Einteilung.

Die vorliegenden Normalien unterscheiden:

A. Schalter für allgemeine Zwecke;
B. Schalter für besondere Zwecke.

Bei beiden Ausführungsarten wird weiter unterschieden:

a) nach ihrer Bauart:

Dosenschalter { Drehschalter, Druckknopfschalter, Kipphebelschalter, Zugschalter }

Kastenschalter.

b) nach ihrer Schaltung: (Siehe Schaltungsschemata auf der nächsten Seite).

c) nach ihrer Verwendung:

Schalter für trockene Räume.
Schalter für feuchte Räume.
Schalter für nasse Räume.

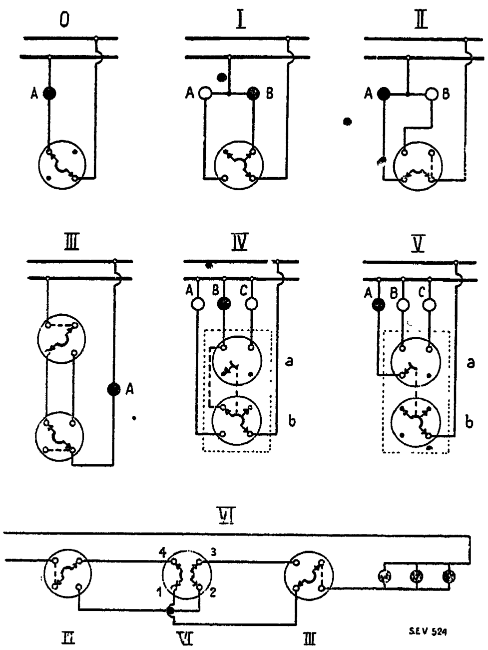
Erläuterung: ad *A.* Schalter für allgemeine Zwecke sind solche, die sich in bezug auf Polzahl, Nennspannungs- und Nennstromstärkebezeichnung in die Tabelle I, § 5, einreihen lassen, die die in § 4 allgemein und unter *A* angeführten Bezeichnungen tragen und die den als integrierende Bestandteile dieser Normalien erklärten Dimensionsnormalien der Schweizerischen Normalien-Vereinigung (SNV) entsprechen (normale Ausführungen). Ferner werden darunter auch Schalter verstanden, welche die in § 4 allgemein angeführten Bezeichnungen tragen, die aber in bezug auf Polzahl, Dimensionen, Stromart-, Nennspannungs- und Nennstromstärkebezeichnung von § 4 *A* und Tabelle I, § 5, abweichen (von den normalen Ausführungen abweichende Schalter).

ad *B.* Schalter für besondere Zwecke sind solche, die ganz bestimmten, vom Fabrikanten mit der Lieferung jeweilen an-

[1]) In bezug auf die Inkraftsetzung dieser Normalien siehe vorliegendes Heft, Seite 38.
[2]) Die Wärmeschalternormalien werden später beigelegt.

zugebenden Zwecken dienen. Diese Schalter müssen die in § 4 allgemein und unter *B* angeführten Bezeichnungen tragen, dürfen aber in bezug auf Dimensionen, Polzahl, Nennspannungs- und Nennstromstärkebezeichnung von den Normalien der SNV und von Tabelle I, § 5, abweichen (Sonderausführungen).

Als Sonderausführung gelten auch einpolige 6-A-Schalter zum Einbau in bewegliche Leitungen.



Schaltungsschemata für Dosenschalter.

0
Ausschalter
Stellung 1: *A* eingeschaltet
„ 2: *A* ausgeschaltet
„ 3: *A* eingeschaltet
„ 4: *A* ausgeschaltet

I
Stufenschalter
Stellung 1: *B* eingeschaltet
„ 2: *A*+*B* eingeschalt.
„ 3: *A* eingeschaltet
„ 4: alles ausgeschalt.

II
Umschalter
Stellung 1: *A* eingeschaltet
„ 2: *A* ausgeschaltet
„ 3: *B* eingeschaltet
„ 4: *B* ausgeschaltet

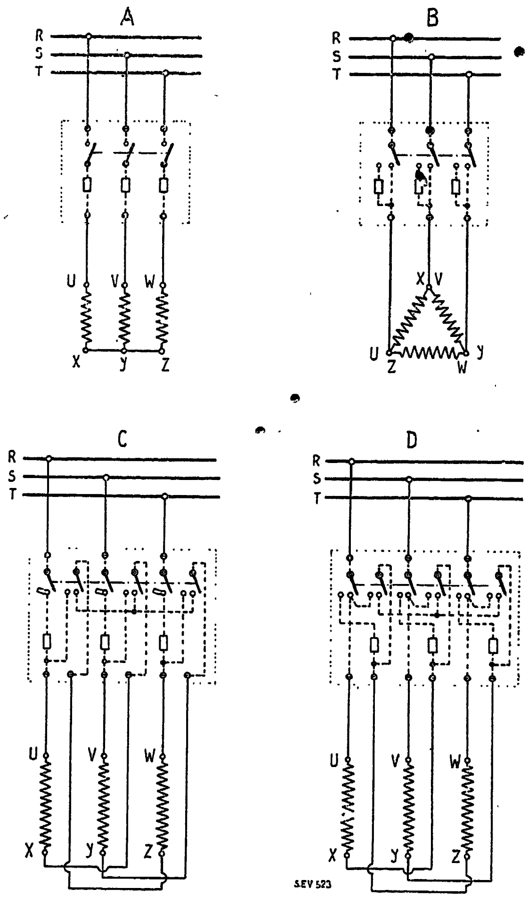
III
Wechselschalter
Stromverbraucher an beiden Schaltern beliebig ein- oder ausschaltbar.

IV
Gruppenschalter
Stellung 1: *B* eingeschaltet
„ 2: *A*+*B* eingeschalt.
„ 3: *A*+*B*+*C* eingesch.
„ 4: alles ausgeschalt.
a = obere Bürste
b = untere Bürste

V
Mehrfachumschalter
Stellung 1: *A* eingeschaltet
„ 2: *B* eingeschaltet
„ 3: C eingeschaltet
„ 4: alles ausgeschalt.
a = obere Bürste
b = untere Bürste

VI
Kreuzungsschalter
Stromverbraucher an allen Schaltern beliebig ein- und ausschaltbar.

Als Stellungen 1 sind die hier angedeuteten Schaltstellungen bezeichnet. Es wird Drehsinn nach rechts vorausgesetzt.
Die Schaltergehäuse sind punktiert, die im Innern von Schaltern bestehenden Verbindungen gestrichelt und die bei der Montage ausgeführten Verbindungen ausgezogen gezeichnet.



Schaltungsschemata für Kastenschalter

A
Dreipoliger Ausschalter mit Sicherungen.

B
Dreipoliger Ausschalter mit beim Anlauf überbrückten Sicherungen.

C
Dreipoliger Sterndreieckumschalter mit Sicherungen.

D
Dreipoliger Sterndreieckumschalter mit beim Anlauf überbrückten Sicherungen.

Die Schaltergehäuse sind punktiert, die im Innern von Schaltern bestehenden Verbindungen gestrichelt und die bei der Montage ausgeführten Verbindungen ausgezogen gezeichnet.

§ 3.

Anforderung der Hausinstallationsvorschriften und von Dimensionsnormalien.

Schalter müssen den Bestimmungen der «Vorschriften betreffend Erstellung, Betrieb und Instandhaltung elektrischer Hausinstallationen» des S. E. V. von 1927 (Hausinstallationsvorschriften) genügen.

Wenn ein Konstrukteur sich für eine Schalterausführung entscheidet, für welche die Schweizerische Normalien-Vereinigung (SNV) Dimensionsnormalien aufgestellt hat, die als integrierende Bestandteile dieser Normalien erklärt worden sind, so müssen die Schalter ausser den Prüfvorschriften der vorliegenden Normalien auch solchen Dimensionsnormalien der SNV entsprechen.

§ 4.

Bezeichnung.

Schalter müssen an einem Hauptbestandteil in dauerhafter Weise und, wenn möglich, an sichtbarer Stelle die maximal zulässige Spannung und Stromstärke, die Fabrikmarke und das Qualitätszeichen des S. E. V. tragen, wenn das Recht zur Führung desselben zugesprochen worden ist.

Feuchtschalter müssen ausserdem mit ⧫, Naßschalter mit ⧫⧫ bezeichnet sein. (⧫ Symbol für einen Wassertropfen.)

A. Schalter für allgemeine Zwecke müssen neben den vorstehenden allgemein verlangten noch folgende Bezeichnungen tragen:

Ein- und zweipolige Schalter und Schalter mit zwei Polen und Erdpol brauchen keine Stromartbezeichnung zu tragen, wenn sie für Gleich- und Wechselstrom verwendbar sind. Sind sie nur für eine Stromart verwendbar, so müssen sie bei Gleichstrom mit einem =, bei Wechselstrom mit einem ∼ bezeichnet sein.

Alle dreipoligen Schalter und Schalter mit drei Polen und Erdpol brauchen keine Stromartbezeichnung zu tragen; sie müssen für Drehstrom verwendbar sein.

B. Schalter für besondere Zwecke müssen die allgemein verlangten Bezeichnungen tragen und mit einem =, wenn sie nur für Gleichstrom, bzw. mit einem ∼, wenn sie nur für Wechselstrom verwendbar sind. Tragen sie keine Stromartbezeichnung, so müssen sie für Gleich- und Wechselstrom verwendbar sein. Ausserdem müssen sie durch den Buchstaben *S* als Sonderausführung gekennzeichnet sein.

§ 5.

Ausführungsarten.

Die normalen Ausführungen der Schalter für allgemeine Zwecke sind aus Tabelle I ersichtlich.

Zur Prüfung für die Erteilung des Qualitätszeichens des S. E. V. (siehe §§ 23—27) werden auch Schalter mit anderer Nennspannung, Nennstromstärke und Polzahl als die in Tabelle I genannten zugelassen.

Erläuterung: Unter 380 V Nennspannung wird hier und im nachstehenden 380 V zwischen zwei Aussen- bzw. Phasenleitern verstanden, wobei aber im ungünstigsten Falle nur eine Spannung von 250 V zwischen diesen und Erde auftreten darf.

Unter mehr als 380 V Nennspannung wird mehr als 380 V zwischen zwei Aussenbezw. Phasenleitern verstanden, wobei eine Spannung von mehr als 250 V zwischen diesen und Erde bestehen darf.

Die Nennspannungsbezeichnung «mehr als 380 V» ist nicht so zu verstehen, dass ein Schalter diese als Aufschrift tragen muss. Es wird immer eine bestimmte Nennspannungsbezeichnung (z. B. 440 V oder 660 V) verlangt, für welche der betreffende Schalter gebaut ist.

§ 6.

Anforderung an Isoliermaterial.

Isoliermaterial, das Kontaktstellen nach aussen abschliesst, und an welchem stromführende Teile, die zur Kontaktherstellung dienen, befestigt sind, muss feuchtigkeits- und wärmebeständig sowie bis 500° C feuersicher und nicht erweichbar sein (z. B. Sockel).

Gehäuseteile aus Isoliermaterial, die Kontaktstellen irgend welcher Art sowie Stellen, an denen Flammbogen betriebsmässig auftreten, nach aussen abschliessen, die aber selbst nicht als Träger von Kontaktstellen dienen (z. B. Kappen), müssen feuchtigkeits- und wärmebeständig sowie bis 300° C feuersicher sein.

Isoliermaterial im Innern des Schalters, an welchem stromführende Teile, die zur Kontaktherstellung dienen, befestigt sind (z. B. die Isolation von der Schalterachse usw.), muss den betriebsmässig auftretenden Flammbogen, ohne Schaden zu nehmen, widerstehen können (Prüfung des Verhaltens im Gebrauch).

Normale Ausführungen der Schalter für allgemeine Zwecke. Tabelle I.

Nennstrom in A	Dosenschalter			Kastenschalter		
	Nennspannung			Nennspannung		
	250 V	380 V	mehr als 380 V	250 V	380 V	mehr als 380 V
6	1 P 2 P	—	—	—	—	—
15	1 P 2 P	3 P 3 P + E	2 P 3 P 3 P + E	1 P 2 P 2 P + E	3 P 3 P + E	2 P 2 P + E 3 P 3 P + E
25	2 P	3 P 3 P + E	2 P 3 P 3 P + E	2 P 2 P + E	3 P 3 P + E	2 P 2 P + E 3 P 3 P + E
60	—	—	—	2 P 2 P + E	3 P 3 P + E	2 P 2 P + E 3 P 3 P + E

P = spannungsführende Pole E = Erdpol.

Isoliermaterial, das dem Abschaltflammbogen ausgesetzt ist, muss flammbogensicher, feuchtigkeits- und wärmebeständig sein (z. B. Funkenwischer).

Isoliermaterial als Träger von stromführenden Teilen, die nicht zur Kontaktherstellung dienen, sowie Isoliermaterial in unmittelbarer Nähe von spannungsführenden Teilen muss feuchtigkeits- und wärmebeständig sein (z. B. Unterlag- und Abdeckplatten).

§ 7.

Schutz gegen gefährliche Wärmeübertragung.

Schalter müssen nach aussen so abschliessen, dass eventuell innerhalb der Gehäuseteile auftretende Wärme und Flammbogen sich nicht in einer gefährlichen Weise nach aussen auswirken können.

§ 8.

Berührungsschutz und Erdung von metallenen Gehäuse- und Betätigungsteilen.

A. Unter Spannung stehende Teile sollen der zufälligen Berührung entzogen werden (siehe § 35). Alle Metallteile von Schaltern bis 380 V, welche bei der Bedienung umfasst werden müssen und bei Isolationsdefekten unter Spannung kommen können, sind zur Erdung einzurichten. An Apparaten für mehr als 380 V gilt diese Vorschrift auch für alle berührbaren Metallteile, welche bei Isolationsdefekten unter Spannung kommen können. Nicht unter diese Bestimmung fallen Apparate mit isolierender Auskleidung, welch letztere gemäss § 33 besonders geprüft wird.

B. Kappen von *Dosenschaltern* müssen fest sitzen und dürfen nicht ohne weiteres (z. B. durch blosses Drehen oder Ziehen an der Kappe) entfernt werden können.

C. Schutzkasten von *Kastenschaltern* für mehr als 380 V oder mehr als 5 kW Schalterleistung, wie auch solche, die Sicherungen enthalten, sollen so gebaut sein, dass sie nur bei unterbrochenem Stromkreis geöffnet und der Schalter in geöffnetem Zustande nicht ohne weiteres eingeschaltet werden kann. Die noch unter Spannung befindlichen Metallteile sollen bei geöffnetem Schalterkasten nicht der zufälligen Berührung ausgesetzt sein. Beim Defektwerden des Verriegelungsmechanismus dürfen keine gefährlichen Verbindungen entstehen. Schutzkasten, die nicht verriegelt sein müssen, sollen nur unter Zuhilfenahme von Werkzeugen geöffnet werden können.

Erläuterung: ad *A.* Es wird angenommen, dass das Betätigungsorgan von Kipphebelschaltern und Druckknopfschaltern bei der Betätigung nicht umfasst, sondern nur berührt wird.

ad *B.* Das Entfernen von Kappen von Dosenschaltern kann z. B. durch besondere Schrauben oder durch den Schaltergriff verhindert werden.

§ 9.

Erdungsschrauben.

Sind an Schaltern Erdungsschrauben vorhanden, so sind diese genügend kräftig und so auszubilden, dass sie nur mit Werkzeugen gelöst werden können.

§ 10.

Bezeichnung von Erdanschlüssen.

Anschlussklemmen für den Erdleiter oder den geerdeten Nulleiter sind durch gelbe Farbe dauerhaft als solche zu bezeichnen.

§ 11.

Kriechwege und Abstände.

Der kürzeste Abstand auf der Oberfläche des Isoliermaterials (Kriechweg) zwischen unter Spannung stehenden Teilen verschiedenen Potentials oder solchen und berührbaren Metallteilen sowie Befestigungsschrauben darf die in Tabelle II aus den Formeln für die *Kriechwege* sich ergebenden Werte nicht unterschreiten.

Der kürzeste Abstand in Luft zwischen unter Spannung stehenden Teilen und berührbaren Metallteilen darf die in Tabelle II aus den Formeln für den *Abstand gegen berührbare Metallteile* sich ergebenden Werte nicht unterschreiten.

Der kürzeste Abstand in Luft zwischen unter Spannung stehenden Teilen und der Unterlage darf die in Tabelle II aus den Formeln für den *Abstand gegen die Unterlage* sich ergebenden Werte nicht unterschreiten. Die in Tabelle II für den Abstand gegen die Unterlage unter *b)* angeführten Formeln dürfen nur da angewendet werden, wo die spannungsführenden Teile gegen die Befestigungsunterlage vollständig abgedeckt sind, z. B. auch durch Vergussmasse oder Unterlagplatte. In bezug auf die Vergussmasse siehe § 30.

Kriechwege und kürzeste Abstände gegen berührbare Metallteile, Befestigungsschrauben und gegen die Unterlage.

Tabelle II.

	Trockenschalter	Feucht- u. Nassschalter
Kriechwege	mm	mm
a) einpolige Schalter:		
α) zwischen spannungsführenden Teilen verschiedenen Potentials	$1 + \frac{V}{125}$	$2 + \frac{3\,V}{250}$
β) zwischen spannungsführenden Teilen und berührbaren Metallteilen sowie Befestigungsschrauben	$1 + \frac{V}{125}$	$2 + \frac{3\,V}{250}$
b) mehrpolige Schalter:		
α) zwischen spannungsführenden Teilen verschiedenen Potentials	$2 + \frac{V}{125}$	$4 + \frac{3\,V}{250}$
β) zwischen spannungsführenden Teilen und berührbaren Metallteilen sowie Befestigungsschrauben	$1 + \frac{V}{125}$	$2 + \frac{3\,V}{250}$

In dieser Tabelle ist für V die Nennspannung in Volt einzusetzen, mindestens aber 250 V.

Tabelle II (Fortsetzung).

	Trockenschalter	Feucht- u. Nassschalter
	mm	mm
Abstand gegen berührbare Metallteile (in Luft gemessen) . .	$1 + \frac{V}{125}$	$2 + \frac{3V}{250}$
Abstand gegen die Unterlage (in Luft gemessen):		
a) wenn spannungsführende Teile nicht abgedeckt sind . . .	$4 + \frac{V}{125}$	$7 + \frac{3V}{250}$
b) wenn spannungsführende Teile abgedeckt sind	$2 + \frac{V}{125}$	$5 + \frac{3V}{250}$

In dieser Tabelle ist für V die Nennspannung in Volt einzusetzen, mindestens aber 250 V.

§ 12.

Einführungsöffnungen und Raum im Schalter.

Die Schalter sollen so bemessen und beschaffen sein, dass die Schutzhüllen der Leiter (z. B. Isolierrohre für der Nennstromstärke entsprechende Leiter) in den Schalter eingeführt werden können, und dass die Isolation der Leiter weder beim Einziehen noch beim Befestigen oder Gebrauch der Schalter beschädigt wird (z. B. durch Abstreifen der Leitungsumhüllung, Verdrehen der Adern usw.).

Für die Einführungsöffnungen in Schaltern zum Einbau in bewegliche Leitungen gelten die Bestimmungen für Stecker in § 13 und § 14 der Steckkontaktnormalien.

Der Raum im Schalter und im Sockel soll ein leichtes Einziehen und zuverlässiges Befestigen der Leiter erlauben.

Erläuterung: Wird für Schalter verschiedener Ausführungsart (Ausschalter, Umschalter, Kreuzungsschalter usw.) das gleiche Sockelmodell verwendet, so dürfen Schutzhüllen mit grössern Durchmessern als den Einführungsöffnungen im Sockel entsprechen, mittels Reduktionsmuffen in den Schalter eingeführt werden.

§ 13.

Bezeichnung von Schaltstellungen.

Die Schaltstellungen von mehrpoligen 6-A-Schaltern und von Schaltern für Stromstärken von 15 A und mehr sollen, soweit möglich, gekennzeichnet sein.

Erläuterung: Die Einschaltstellung von Wechselschaltern, Kreuzungsschaltern usw. kann nicht bezeichnet werden.

Als Kennzeichen werden empfohlen: Für die offene Schaltstellung die Ziffer 0. Die Klemme für den direkten Anschluss von Umschaltern an die Stromquelle soll durch rote Farbe bezeichnet sein.

§ 14.

Anforderungen an Schaltstellungen.

Schalter sollen so gebaut sein, dass sie bei richtiger Betätigung nur in Ein- und Ausschaltstellungen stehen bleiben können.

Erläuterung: Unter richtiger Betätigung wird eine solche verstanden, bei der nicht versucht wird, den Schalter absichtlich in einer Zwischenstellung festzustellen.

§ 15.

Betätigungsorgane.

Der Schaltergriff soll nicht lediglich durch Rückwärtsdrehen des Schalters von der Achse gelöst werden können und bei Dosenschaltern so geformt sein, dass das Anhängen von Gegenständen daran möglichst erschwert ist. Betätigungsorgane, die umfasst werden müssen, sollen entweder aus Isoliermaterial bestehen, oder, wenn sie aus Metall hergestellt sind, durch Zwischenschaltung eines Isoliergliedes derart von den spannungsführenden Teilen getrennt sein, dass auch beim Defektwerden der Isolation ein Spannungsübertritt auf das Betätigungsorgan ausgeschlossen ist (betr. Kipphebel- und Druckknopfschaltern siehe Erläuterung zu § 8).

In die leitenden Betätigungsorgane von Zugschaltern oder solchen, die durch die Einwirkung der Feuchtigkeit leitend werden können, sollen Isolierglieder eingebaut werden.

Die Schalterachse von Drehschaltern muss von den spannungführenden Teilen isoliert sein.

§ 16.

Anforderungen an Metallteile.

Metalle, welche durch atmosphärische Einflüsse in einer für den Verwendungszweck schädlichen Weise angegriffen werden, dürfen als Kontaktmaterial nicht verwendet werden. Die Klemmschrauben von Schaltern für trockene und feuchte Räume dürfen aus gegen Rost geschütztem Eisen bestehen.

§ 17.

Anforderungen an die Befestigungsorgane.

Die Befestigungen von Sockel, Kappe, spannungsführenden Teilen usw. der Schalter sollen in der Regel unabhängig voneinander sein; beim Lösen einer Befestigung sollen sich die übrigen Befestigungen nicht lösen.

Erläuterung: Auf einer Mutter, die zur Befestigung eines unter Spannung stehenden Teiles dient, darf jedoch die Zuleitung mit Unterlagscheibe durch eine zweite Mutter festgeklemmt werden.

Ferner darf der Schaltergriff von Dosenschaltern zur Befestigung der Kappe benutzt werden.

§ 18.

Dimensionierung der Kontaktteile.

Stromführende Teile der Schalter müssen so dimensioniert sein, dass im Betriebszustand bei

der Belastung mit dem höchsten, durch die Sicherungen gleicher Nennstromstärke begrenzten Strom, keine unzulässigen Erwärmungen eintreten (siehe auch § 34).

§ 19.

Anforderungen an Anschlussklemmen.

Die Anschlussklemmen müssen einen dauernd sicheren Kontakt gewährleisten und so beschaffen sein, dass sie sich beim Anziehen der Kontaktschrauben nicht drehen oder lockern, und dass der abisolierte Leiter nicht ausweichen kann. Die Kuppe der Klemmschrauben ist so zu gestalten, dass sie den Leiter nicht abscheren kann. Ihr Muttergewinde muss in Metall geschnitten sein. Die beim Festklemmen der Zuleitung mit dieser in Berührung kommenden Teile müssen aus Metall hergestellt sein.

Die Anschlussklemmen müssen die Verwendung der Leiter derjenigen Durchmesser ermöglichen, welche aus Tabelle III ersichtlich sind; bei Schaltern für feste Montage für 6 und 15 A muss ausserdem die Verwendung von zwei solchen Leitern möglich sein.

Feuchtigkeit widerstehen. Das Gehäuse muss so gebaut sein, dass Kondensationswasser sich nicht in einer für die Isolation nachteiligen Weise im Innern des Schalters ansammeln kann (siehe auch §§ 4 und 32).

§ 22.

Schalter für nasse Räume.

Schalter für nasse Räume müssen allen vorstehenden Bestimmungen genügen. Ausserdem müssen sie so gebaut sein, dass bei Bespritzung nicht Wasser in einer für die Isolation nachteiligen Weise eindringen kann (siehe auch §§ 4 und 32).

III. Umfang der Prüfungen.

§ 23.

Qualitätszeichen.

Die Führung des Qualitätszeichens des S. E. V. wird nur nach Abschluss eines Vertrages mit den Technischen Prüfanstalten des S. E. V. (T. P.) und nach bestandener *Annahmeprüfung* gestattet. Zur Feststellung, ob die

Oeffnungen von Anschlussklemmen für Schalter. Tabelle III.

Nennstromstärke in A	6	15	25	60
Es müssen Leiter befestigt werden können für	6 A ÷ 10 A	10 A ÷ 20 A	20 A ÷ 35 A	50 A ÷ 80 A
Die entsprechenden Mindestquerschnitte sind mm²	0,75 ÷ 1,5	1,5 ÷ 4	4 ÷ 10	16 ÷ 25
Dies entspricht Drahtdurchmessern von mm	<u>1</u> ÷ 1,4	<u>1,4</u> ÷ 2,3	<u>2,3</u> ÷ 3,6	<u>4,5</u>
oder Litzen- bezw. Seildurchmessern von mm	1,5 ÷ <u>1,8</u>	1,8 ÷ <u>2,8</u>	2,8 ÷ <u>4,8</u>	6,2 ÷ <u>7,5</u>

Die unterstrichenen Werte geben die minimalen bezw. maximalen Durchmesser der Leiter an, die sollen befestigt werden können.

§ 20.

Kontaktherstellung und Unterbrechung.

Alle Kontakte mehrpoliger Schalter sollen bei richtiger Betätigung gleichzeitig schliessen und unterbrechen. Ausgenommen sind Schalter mit Erdpolen, bei welchen der Erdpol gegenüber den andern Polen zuerst ein- und zuletzt ausschalten muss.

Die Unterbrechungsfunken des Schalters dürfen keinen Kurzschluss oder Erdschluss bewirken, noch den Bedienenden gefährden.

§ 21.

Schalter für feuchte Räume.

Schalter für feuchte Räume müssen allen vorstehenden Bestimmungen genügen. Ausserdem müssen die Metallteile so beschaffen oder geschützt sein, dass sie den Einwirkungen der

Schalter dauernd gemäss den Normalien hergestellt werden, werden jährliche *Nachprüfungen* vorgenommen. Annahme- und Nachprüfungen werden von den T. P. ausgeführt.

§ 24.

Annahmeprüfung.

Für die Annahmeprüfung ist den T. P. vom Fabrikanten ein Exemplar jeder Ausführungsart einzuliefern, für welche das Recht zur Führung des Qualitätszeichens nachgesucht wird. Die T. P. bestimmen aus jeder Klasse eine Ausführungsart, mit welcher sie die Prüfungen vorzunehmen beabsichtigen. Von diesen Ausführungsarten liefert der Fabrikant die zur Prüfung notwendigen Objekte gemäss Bestimmung der T. P. Von allen Ausführungsarten, welche das Qualitätszeichen erhalten, bewahren die T. P. ein Exemplar plombiert auf.

Erläuterung: Unter *Klassen* sind Schalter verschiedener Nennspannung, Nennstromstärke und Polzahl zu verstehen, ferner Apparate aus verschiedenem Baumaterial oder verschiedener Konstruktion.

Die verschiedenen *Ausführungsarten* einer Klasse unterscheiden sich weiter durch ihre verschiedenen Schaltungsschemata.

§ 25.

Periodische Nachprüfungen.

Den periodischen Nachprüfungen, welche jährlich einmal vorzunehmen sind, werden je ein Exemplar von ⅓ (aufgerundet auf die nächste ganze Zahl) der Klassen, für welche das Recht zur Führung des Qualitätszeichens erworben worden ist, unterzogen. Dabei können auch Ausführungsarten geprüft werden, welche das Qualitätszeichen tragen, jedoch nicht der Annahmeprüfung unterworfen wurden.

§ 26.

Durchführung der Prüfungen.

Die Annahme, bezw. Nachprüfung besteht aus:

	vergl.
1. der allgemeinen Untersuchung	§ 28
2. der Prüfung der mechan. Festigkeit	§ 29
3. der Prüfung der Wärmebeständigkeit	§ 30
4. der Prüfung d. Verhaltens i. Gebrauch	§ 31
5. der Prüfung der Feuchtigkeitsbeständigkeit	§ 32
6. der Spannungsprüfung	§ 33
7. der Prüfung der Kontakterwärmung	§ 34
8. der Prüfung der Berührbarkeit unter Spannung stehender Teile	§ 35
9. der Prüfung der Feuersicherheit und Nichterweichbarkeit	§ 36

Die Prüfungen werden im Eingangszustand in der hier festgesetzten Reihenfolge vorgenommen und bei Raumtemperatur ausgeführt, soweit nichts anderes festgesetzt wird.

Schalter für besondere Zwecke, deren Anwendungszweck nach § 2 bei der Annahmeprüfung anzugeben ist, werden entsprechend ihrem Anwendungszweck geprüft und die oben angeführten Prüfungen unter Berücksichtigung des besonderen Zweckes vorgenommen.

Es werden soweit möglich sämtliche Prüfungen vorgenommen, auch wenn es sich schon anfänglich zeigen sollte, dass der Schalter den vorliegenden Normalien nicht entspricht, sofern die in den vorangegangenen Prüfungen defekt gewordenen Teile durch den Fabrikanten ersetzt werden.

§ 27.

Beurteilung der Prüfungen.

Das Recht zur Führung des Qualitätszeichens wird nur erteilt, bezw. das Recht zur Weiterführung des Zeichens wird nur gestattet, wenn:

1. bei der *Annahmeprüfung* bzw. den *periodischen Nachprüfungen* die der Prüfung unterzogenen Exemplare alle in § 26 angeführten Prüfungen bestehen;
2. die Schalter sich nach den Prüfungen noch in gebrauchsfähigem Zustande befinden und keine wesentlichen Beschädigungen aufweisen.

Erläuterung: ad 2. Der für die Prüfung der Feuersicherheit (siehe § 36) notwendige Eingriff ist für die Beurteilung des gebrauchsfähigen Zustandes nicht massgebend.

IV. Beschreibung der Prüfungen.

§ 28.

Allgemeine Untersuchung.

Die Objekte sind auf ihre Uebereinstimmung mit den Bestimmungen der §§ 3—22 zu prüfen.

Soweit SNV-Normalien für Schalter als integrierende Bestandteile dieser Normalien erklärt werden, sind die dort als verbindlich festgelegten Dimensionen nachzuprüfen.

Zur Prüfung hinsichtlich der Bestimmungen der §§ 12 und 19 werden bei der Annahmeprüfung die Leiter mit den kleinsten und grössten äussern Durchmessern, welche im Betrieb mit den Schaltern verwendet werden (siehe § 19) in diese eingezogen und befestigt. Bei den periodischen Nachprüfungen werden nur die Dimensionen der Klemmvorrichtungen und Eintrittsöffnungen mit denjenigen des plombiert aufbewahrten Exemplares verglichen.

§ 29.

Prüfung der mechanischen Festigkeit.

Diese Prüfung wird nur an solchen Schaltern und Teilen derselben vorgenommen, die mechanischen Beschädigungen ausgesetzt sind.

a) Nicht metallgekapselte und unvollständig metallgekapselte Schalter. Das Objekt wird folgender Schlagprobe unterworfen:

Ein 0,15 kg schwerer Hammer (siehe Fig. 1 und 2) mit eingesetztem Hartholzkörper (Buchsholz) als schlagender Teil ist an einem Stahlrohr von 10 mm äusserem Durchmesser, 1 mm Wandstärke und 100 cm Länge befestigt und mit diesem zusammen als starres Pendel montiert. Auf einer drehbaren Holzunterlage von mindestens 15 kg Eigengewicht wird 100 cm senkrecht unter dem Drehpunkt des Pendels der zu prüfende Schalter ordnungsgemäss befestigt und der Hammer mit der dem Prüfobjekt zugekehrten Hartholzseite bei einer Auslenkung des Pendels von 80 cm zehnmal gegen den Schalter an verschiedenen Stellen aufschlagen gelassen. Nach dem fünften Schlage wird der Schalter gegenüber seiner bisherigen Montagestellung um 90° gedreht und es werden die restlichen fünf Schläge in dieser neuen Stellung ausgeführt.

Bei dieser Prüfung darf der Schalter keine wesentlichen Beschädigungen erleiden. Das Ausbrechen von Scherbenwänden gilt nicht als solche. Ist die Kappe beim Gebrauch auf einer elastischen Unterlage befestigt, so wird diese auch bei der Prüfung verwendet.

b) Vollständig metallgekapselte Schalter. Das Objekt wird der unter *a)* beschriebenen Schlagprobe unterworfen, wobei der dort erwähnte Hammer durch einen Stahlhammer von 0,5 kg Gewicht ersetzt wird. Der schlagende Teil des Stahlhammers hat die gleichen Abmessungen wie in Fig. 2 dargestellt ist.

Bei dieser Prüfung darf der Schalter keine wesentlichen Beschädigungen erleiden.

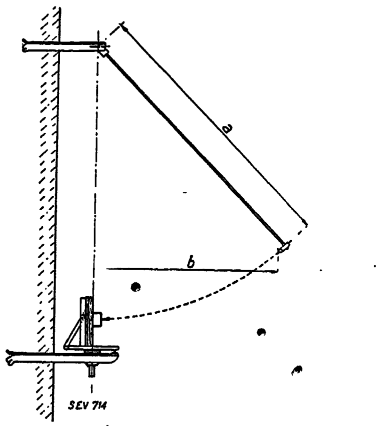


Fig. 1.
Apparat zur Prüfung der mechan. Festigkeit von festmontierten Schaltern.
$a = 100$ cm; $b = 80$ cm

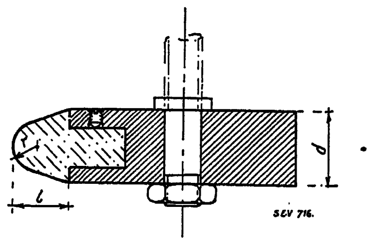


Fig. 2.
Hammer mit eingesetztem Hartholzkörper.
$d = 20$ mm; $l = 15$ mm; $r = 7$ mm

§ 30.

Prüfung der Wärmebeständigkeit.

Das Prüfobjekt wird während einer Stunde in einem Thermostat einer Temperatur von $100 \pm 5°$ C ausgesetzt. Dabei dürfen keine das gute Funktionieren des Schalters beeinträchtigenden Veränderungen auftreten.

Kitt- und Ausgussmassen dürfen nicht ausfliessen, und es sollen die hierdurch zu schützenden Metallteile noch vollständig bedeckt sein.

Isoliermaterial, für welches nach § 6 Feuersicherheit bis 300° verlangt wird, wird während dieser Zeit noch einer Kugeldruckprobe unterworfen, indem eine Stahlkugel von 5 mm Durchmesser, welche mit 2 kg belastet ist, auf eine horizontal gestellte Fläche des Prüfobjektes aufgesetzt wird. Dadurch darf eine Vertiefung von höchstens 2 mm Durchmesser entstehen.

Erläuterung: Ein Apparat zur Ausführung der Kugeldruckprobe, welcher von den T. P. ausgeführt und benützt wird, ist in Fig. 3 dargestellt.

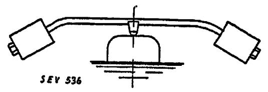


Fig. 3.
Apparat für die Kugeldruckprobe.

§ 31.

Prüfung des Verhaltens im Gebrauch.

A. Schalter für allgemeine Zwecke.

Bei der Prüfung werden sowohl Stromart, Bezeichnung wie auch Bauart und Schaltungsweise berücksichtigt.

a) Prüfung nach der Stromart und Bezeichnung. Bei dieser Prüfung wird der Erdpol mit dem Nullpunkt der Stromquelle und mit der Erde verbunden.

Schalter, die eine Stromartbezeichnung tragen, werden nur mit dieser Stromart geprüft.

Ein- und zweipolige Schalter und Schalter mit 2 Polen und Erdpol, die keine Stromartbezeichnung tragen, werden sowohl mit 50periodigem Wechselstrom als auch mit Gleichstrom geprüft.

Alle dreipoligen Schalter und Schalter mit 3 Polen und Erdpol werden nur mit 50periodigem Drehstrom geprüft, wenn sie keine Stromartbezeichnung tragen.

Trägt ein Schalter eine andere Nennspannungsbezeichnung, als in Tabelle IV angeführt, so wird er bis zu einer Nennspannung von 250 V wie ein Schalter für 250 V Nennspannung geprüft. Bei einer Nennspannung von mehr als 250 V wird er mit der seiner Bezeichnung entsprechenden Spannung geprüft.

b) Prüfung nach der Bauart und Schaltungsweise. Ausschalter werden mit den aus Tabelle IV ersichtlichen Werten für Strom, Spannung und Leistungsfaktor und der angegebenen Anzahl Stellungswechsel in Zeitabständen von zwei Sekunden geprüft (siehe Fig. 4).

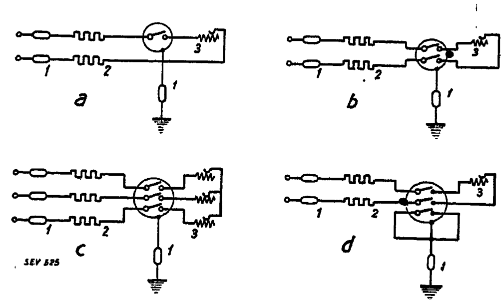


Fig. 4.
Schaltung für die Prüfung des Verhaltens im Gebrauch für Ausschalter.

a) einpolig;
b) zweipolig;
c) dreipolig;
d) zweipolig + Erdpol.

1 = Sicherung;
2 = induktionsfreier Widerstand zur Begrenzung der Kurzschlussstromstärke;
3 = regulierbarer Belastungswiderstand.

Stufenschalter und Gruppenschalter werden wie Ausschalter geprüft. Dabei werden der Schaltstellung der maximalen Leistung die aus Tabelle IV ersichtlichen Leistungen zugeordnet und bei jeder Schaltung gleich grosse, der Stufen- bezw. Gruppenzahl entsprechende Leistungen abgeschaltet (siehe Fig. 5).

Tabelle IV.

Prüfung des Verhaltens im Gebrauch für Schalter für allgemeine Zwecke.

Schalter für: Bezeichnung	Polzahl	Nennspannung V	Nennstrom A	Prüfung mit Wechselstrom: Spannung V	Strom A	cos φ	Anzahl Stellungswechsel	Prüfung mit Gleichstrom*): Spannung V	Strom A	Anzahl Stellungswechsel
ohne Stromartbezeichnung	1 P 2 P 2 P+E	bis 250 V	bis 6 A	250 1,1 × 250	Nstr. 1,25 × Nstr.	1 1	20 000 100	250	Nstr.	100
			mehr als 6 bis und mit 15 A	250 1,1 × 250	Nstr. 1,25 × Nstr.	0,3 0,3	20 000 100	250	Nstr.	100
	2 P 2 P+E	bis 250 V	mehr als 15 A	250 1,1 × 250	Nstr. 1,25 × Nstr.	0,3 0,3	10 000 50	250 1,1 × 250	Nstr. 1,25 × Nstr.	10 000 50
		mehr als 250 V	beliebig	Nsp. 1,1 × Nsp.	Nstr. 1,25 × Nstr.	0,3 0,3	10 000 50	Nsp. 1,1 × Nsp.	Nstr. 1,25 × Nstr.	10 000 50
	3 P 3 P+E	bis 250 V	beliebig	250 1,1 × 250	Nstr. 1,25 × Nstr.	0,3 0,3	20 000 100			
		mehr als 250 V	beliebig	Nsp. 1,1 × Nsp.	Nstr. 1,25 × Nstr.	0,3 0,3	20 000 100			
mit Gleichstrombezeichnung	2 P	bis 250 V	beliebig					250 1,1 × 250	Nstr. 1,25 × Nstr.	20 000 100
	2 P+E	mehr als 250 V	beliebig					Nsp. 1,1 × Nsp.	Nstr. 1,25 × Nstr.	20 000 100
mit Wechselstrombezeichnung	2 P 2 P+E	bis 250 V	bis 6 A	250 1,1 × 250	Nstr. 1,25 × Nstr.	1 1	20 000 100			
			mehr als 6 A	250 1,1 × 250	Nstr. 1,25 × Nstr.	0,3 0,3	20 000 100			
		mehr als 250 V	beliebig	Nsp. 1,1 × Nsp.	Nstr. 1,25 × Nstr.	0,3 0,3	20 000 100			

*) Die Prüfung mit Gleichstrom erfolgt unter Verwendung induktionsfreier Widerstände.
P = spannungsführende Pole E = Erdpol.

Wechselschalter werden wie Ausschalter geprüft. Dabei werden die der Stromzuführung dienenden Klemmen miteinander verbunden, die in Tabelle IV angegebenen Belastungen der Reihe nach an jede nicht der Stromzuführung dienende Klemme angelegt, und jedesmal $\frac{20000}{z}$ bezw. $\frac{100}{z}$ Stellungswechsel vorgenommen, wobei z die Anzahl der Klemmen bedeutet, die nicht der Stromzuführung dienen. (Die Versuchsbeschreibung bezieht sich auf einen einpoligen Wechselschalter. Bei mehrpoligen ist diese sinngemäss anzuwenden.)

Umschalter und Mehrfachumschalter werden wie Wechselschalter geprüft.

Kreuzungsschalter werden derart geprüft, dass der Reihe nach jedes Kontaktpaar, das für eine Stromunterbrechung in Frage kommen kann, mit den in Tabelle IV angegebenen Lei-

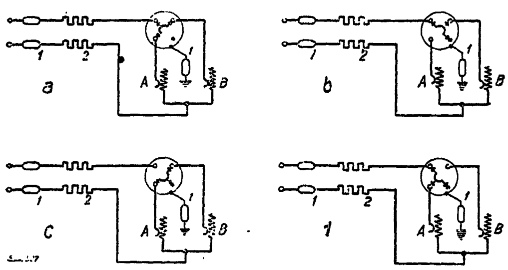


Fig. 5.
Schaltung für die Prüfung des Verhaltens im Gebrauch für Stufenschalter.
Stellung *a*): Belastung *A* und *B* eingeschaltet.
Stellung *b*): Belastung *B* eingeschaltet.
Stellung *c*): alles ausgeschaltet.
Stellung *d*): Belastung *A* eingeschaltet.
1 = Sicherung; 2 = induktionsfreier Widerstand zur Begrenzung der Kurzschlusstromstärke.
A und *B* = regulierbare Belastungswiderstände.

stungen geprüft wird. Dabei werden jedesmal $\frac{20000}{z}$ bezw. $\frac{100}{z}$ Stellungswechsel vorgenommen, wobei z die Anzahl der oben erwähnten Kontaktpaare bedeutet. (Die Versuchsbeschreibung bezieht sich auf einen einpoligen Kreuzungsschalter. Bei mehrpoligen ist diese sinngemäss anzuwenden.) (Siehe Seite 3, VI; hier ist $z = 4$, da der Strom je nach Stellung der Wechselschalter von 4 ⟶ 1, von 4 ⟶ 3, von 2 ⟶ 1 und von 2 ⟶ 3 fliessen kann. Der Schalter wird somit der Reihe nach durch die Kontakte 1 und 4; 4 und 3; 3 und 2; 2 und 1 in den Belastungskreis eingeschaltet, und jedesmal werden $\frac{20000}{4} = 5000$, bezw. $\frac{100}{4} = 25$ Stellungswechsel ausgeführt.)

Als Kastenschalter ausgeführte Ausschalter mit und ohne Sicherungen (siehe Seite 4) werden wie Ausschalter geprüft. Als ein Stellungswechsel wird hier die Ueberführung des Schalters aus der Nullstellung in die Endstellung (Betriebsstellung) oder umgekehrt bezeichnet.

Als Kastenschalter ausgeführte Stern-Dreieck-Schalter mit und ohne beim Anlauf überbrückten Sicherungen (siehe S. 4) werden derart geprüft, dass die Belastungswiderstände in der Stern-Schaltungstellung in Stern, in der Dreieck-Schaltungstellung in Dreieck geschaltet sind. Die in Tabelle IV angegebenen Leistungen beziehen sich auf die Dreieck-Schaltung. Als ein Stellungswechsel wird hier die Ueberführung des Schalters aus der Nullstellung durch die Sternstellung in die Dreieck-Stellung oder umgekehrt bezeichnet.

B. Schalter für besondere Zwecke.

Diese werden mit der ihrer Bezeichnung entsprechenden Stromart und Spannung geprüft oder, wenn sie keine Stromartbezeichnung tragen, wie in Tabelle IV angegeben ist.

C. Bestimmungen, die für die unter A. und B. angeführten Schalter gelten.

Trägt ein Schalter mehrere Stromart-, Nennspannungs- und Nennstromstärkebezeichnungen, so wird bei der Annahmeprüfung je ein Exemplar entsprechend den zusammengehörigen Bezeichnungen geprüft. Bei den periodischen Nachprüfungen werden die Prüfungen mit derjenigen Nennspannung und Nennstromstärke durchgeführt, welche bei der Annahmeprüfung die ungünstigeren Resultate ergeben hatte.

Trägt ein Schalter eine Stromstärkebezeichnung, für welche in den Sicherungsnormalien keine Sicherungen aufgeführt sind, so wird er mit derjenigen nächst höheren Stromstärke geprüft, für welche Sicherungen bestehen.

Alle Schalter werden im allgemeinen in der voraussichtlichen Gebrauchslage geprüft.

Für die Zuleitungen werden Leiter verwendet, welche gemäss den Hausinstallationsvorschriften einen der Nennstromstärke des Prüfobjektes entsprechenden Querschnitt aufweisen.

Die Stellungswechsel werden von Hand oder unter Benützung eines mechanischen Antriebes ausgeführt, welcher durch Einfügen eines elastischen Zwischengliedes das Drehen des Schalters von Hand möglichst nachahmt und das freie Spielen der Feder des Schalters erlaubt.

Schalter für Betätigung in beiden Drehrichtungen werden derart geprüft, dass die ent-

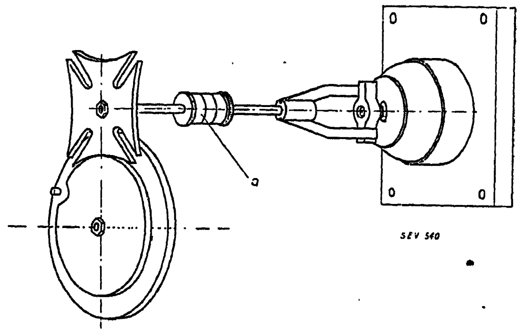


Fig. 6.
Apparat zur Prüfung von Drehschaltern auf das Verhalten im Gebrauch.
a = elastisches Zwischenglied.

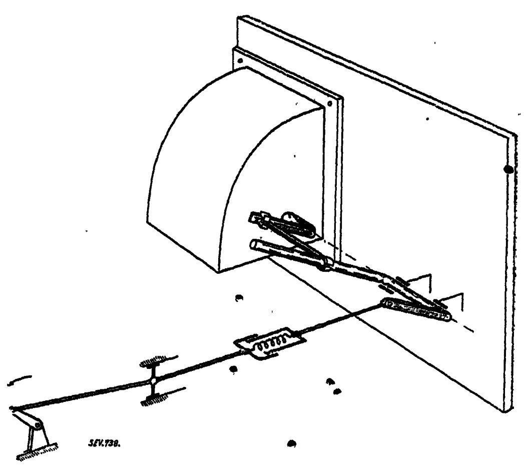


Fig. 7.
Apparat zur Prüfung von Hebelschaltern auf das Verhalten im Gebrauch.

sprechende Anzahl Stellungswechsel zur Hälfte in der einen, zur Hälfte in der andern Drehrichtung ausgeführt wird.

Durch die Prüfung des Verhaltens im Gebrauch werden die dem Abschaltflammbogen ausgesetzten Konstruktionsteile auch auf Flammbogensicherheit geprüft (siehe Begriffserklärungen, Seite 1).

D. Beurteilung der Prüfung.

Die Prüfbedingungen gelten als erfüllt, wenn der Schalter keine für den weiteren Gebrauch nachteiligen Veränderungen erleidet, und sich während der Prüfung keine Schrauben lösen.

Erläuterung: ad *C*. Schalter für Unterputzmontage werden, wenn dazu passende Unterputzgehäuse mitgeliefert werden, mit diesen Gehäusen geprüft. Werden keine solche Gehäuse mit den Schaltern mitgeliefert, so bauen die T. P. die Schalter für diese Prüfung in entsprechende Holzgehäuse ein.

Als normale Stromstufen für Sicherungen gelten: 4, 6, 10, 15, 20, 25, 35, 50 und 60 A.

Ein von den T. P. benützter Apparat zum mechanischen Schalten der Drehschalter ist in Fig. 6, ein solcher für Kipphebel-, Hebel-, Zug- und Kastenschalter in Fig. 7 schematisch dargestellt.

§ 32.

Prüfung der Feuchtigkeitsbeständigkeit.

Schalter für trockene Räume werden während 24 Stunden in einem Abschlusskasten gelagert, dessen Volumen mindestens 4mal so gross sein muss wie das Volumen des oder der Prüflinge. Die Bodenfläche des Abschlusskastens ist während dieser Lagerung unter Wasser zu halten. Zu Beginn der Lagerung wird während ¼ Stunde eine Wassermenge verdampft und in den Abschlusskasten eingeleitet, die gleich $^1/_{800}$ des Volumens dieses Kastens ist. Die Schalter sollen beim Einsetzen Raumtemperatur aufweisen. Die Einführungsöffnungen der Schalter sind so zu verschliessen, wie dies bei der Montage durch die Zuleitungen geschieht.

Schalter für feuchte Räume werden in gleichem Abschlusskasten und in gleicher Weise gelagert wie Schalter für trockene Räume. Die am Anfang der Lagerung zu verdampfende Wassermenge beträgt aber hier $^1/_{100}$ des Volumens des Abschlusskastens. Die Zeit der Dampfeinführung soll 1 Stunde betragen.

Schalter für nasse Räume werden anschliessend an die Behandlung wie für solche für feuchte Räume ausserdem in der Gebrauchslage von der für sie ungünstigsten Seite unter 45° von oben während 2 Minuten bei Dosenschaltern, bzw. 5 Minuten bei Kastenschaltern mit Wasser bespritzt. Die Einführungsöffnungen sind dabei so zu verschliessen, wie dies bei der Montage geschieht. Die Düsenöffnung des für die Bespritzung verwendeten Zerstäuberapparates (siehe Fig. 8) befindet sich dabei in einer Höhe von 30 cm über der Mitte des Schalters und in 30 cm Abstand von der den Schalter tragenden Wand. Der Druck am Zerstäubungsapparat soll dabei so eingestellt werden, dass der Schalter mit einer Wassermenge von 0,2 g pro cm² und Minute getroffen wird. Zur Messung der Wassermenge dient ein Auffanggefäss, welches an Stelle des Schalters hingehalten wird, wobei die Oeffnungsebene normal zur Strahlaxe stehen soll.

Isoliermaterial, das feuchtigkeitsbeständig sein muss (z. B. Abdeck- und Unterlagplatten), wird wie Schalter für feuchte Räume behandelt.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn die Schalter durch die für sie in Frage kommende Prüfung keine nachteiligen Veränderungen erleiden. Bei der Bespritzung darf kein Wasser in einer für die Isolation nachteiligen Weise eindringen.

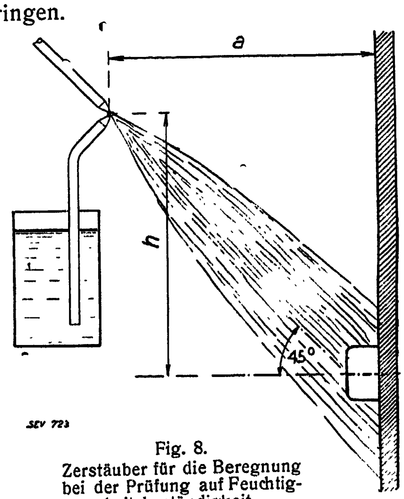


Fig. 8.
Zerstäuber für die Beregnung bei der Prüfung auf Feuchtigkeitsbeständigkeit.
$a = 30$ cm $h = 30$ cm

§ 33.

Spannungsprüfung.

Der Spannungsprüfung werden die Schalter direkt anschliessend an die Prüfung auf Feuchtigkeitsbeständigkeit (§ 32) unterworfen, und zwar in dem Zustand, der sich aus den vorhergehenden Prüfungen ergibt.

Die Prüfspannung wird angelegt:

1. zwischen den spannungsführenden Teilen und
2. zwischen diesen einerseits und den Befestigungsschrauben, allen im Gebrauchszustande beim Apparat berührbaren Metallteilen, der Schalterachse, einer um den Apparat und den Griff gewickelten Stanniolhülle und der metallischen Unterlage, auf welche das Objekt mit allfällig mitgelieferter isolierender Unterlagsplatte gelegt wird, andererseits. Diese letzteren sind an Erde zu legen.

Alle Kontakte werden gegeneinander mit der vollen nachstehend angegebenen Spannung geprüft, auch wenn zwischen einzelnen derselben nicht die volle Betriebsspannung auftreten kann.

Die Prüfung erfolgt mit möglichst sinusförmiger Wechselspannung von 50 Perioden nach der in Tabelle V angegebenen Schaltung und Prüfzeit. Die Prüfspannung beträgt 4 × Nennspannung + 1000 V, mindestens aber 2000 V.

Mit Umschaltern, Wechselschaltern, Stufenschaltern usw. werden die Prüfungen in sinngemäss gleicher Weise durchgeführt.

Soll bei Apparaten mit Metallgehäuse eine Isolationsschicht das zufällige Unter-Spannungkommen verhindern, so wird diese Schicht unter ersichtlich. Bei Stufen-, Wechsel-, Gruppen-, Um- und Mehrfachumschaltern wird dasjenige für eine Stromführung in Frage kommende Kontaktpaar der Prüfung unterzogen, welches die Technischen Prüfanstalten als die ungünstigsten Resultate ergebend erachten.

Schaltungen und Prüfdauer für die Spannungsprüfung.

Tabelle V.

Schalter	Bild	Stellung	Schaltung*)	Prüfdauer in Min.
einpolig		geschlossen	1 – 2 gegen E	je 1
		offen	1 gegen 2 + E 2 gegen 1 + E	
zweipolig		geschlossen	1 – 2 gegen 3 – 4 1 – 2 + 3 – 4 gegen E	je 1
		offen	1 + 3 gegen 2 + 4 + E 2 + 4 gegen 1 + 3 + E	
dreipolig		geschlossen	1 – 2 gegen 3 – 4 + 5 – 6 3 – 4 gegen 1 – 2 + 5 – 6 5 – 6 gegen 1 – 2 + 3 – 4 1 – 2 + 3 – 4 + 5 – 6 gegen E	je 1
		offen	1 + 3 + 5 gegen 2 + 4 + 6 + E 2 + 4 + 6 gegen 1 + 3 + 5 + E	
dreipolig + Erdpol		geschlossen	1 – 2 + 5 – 6 gegen 3 – 4 + 7 – 8 1 – 2 + 7 – 8 gegen 3 – 4 + 5 – 6 1 – 2 + 3 – 4 + 5 – 6 + 7 – 8 gegen E	je 1
		offen	1 + 3 + 5 + 7 gegen 2 + 4 + 6 + 8 + E 2 + 4 + 6 + 8 gegen 1 + 3 + 5 + 7 + E	

*) – bestehende Verbindungen. E = Erde.
\+ für die Prüfung herzustellende Verbindungen.

Zuhilfenahme eines Stanniolbelages eine Minute lang besonders geprüft.

Isolierglieder an Zugstangen oder an Ketten, die mit den Schaltern mitgeliefert werden, sind eine Minute lang derselben Spannungsprüfung zu unterziehen.

Die Prüfung gilt als erfüllt, wenn weder ein Durchschlag noch ein Ueberschlag eintritt, noch Kriechströme wahrnehmbar sind.

§ 34.

Prüfung der Kontakterwärmung.

Der geschlossene Schalter wird, wenn er für Wechselstrom oder für Wechsel- und Gleichstrom bestimmt ist, mit Wechselstrom von 50 Perioden, wenn er nur für Gleichstrom bestimmt ist, mit Gleichstrom geprüft. Die Stromstärke wird hiebei während einer Stunde auf dem maximalen Prüfstrom der Sicherungen gleicher Nennstromstärke konstant gehalten. Trägt ein Schalter eine Stromstärkebezeichnung, für welche in den Sicherungsnormalien keine Sicherungen aufgeführt sind, so wird er mit dem maximalen Prüfstrom derjenigen Sicherung geprüft, welche für die nächst höhere Stromstärke in der Tabelle VI angegeben ist. Während dieser Zeit dürfen vorher an den Kontaktstellen des Schalters angebrachte Tropfen einer bei 90° C schmelzenden Metallegierung (Rose-Metall) nicht erweichen. In Kastenschalter eingebaute Sicherungen werden bei dieser Prüfung überbrückt. Für die Zuleitungen werden Leiter mit dem nach Tabelle III, § 19, grösstmöglich einziehbaren Querschnitt verwendet.

Die Umgebungstemperatur, bei welcher die Prüfung vorgenommen wird, beträgt 18° C ± 3° C.

Die Schaltung für Ausschalter ist aus Fig. 9

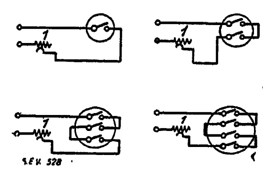


Fig. 9.
Schaltungen für die Prüfung der Kontakterwärmung.
1 = regulierbarer Widerstand.

Erläuterung: Schalter für Unterputzmontage werden, wenn dazu passende Unterputzgehäuse mitgeliefert werden, mit diesen Gehäusen geprüft. Werden keine solche Gehäuse mit den Schaltern mitgeliefert, so bauen die T. P. die Schalter für diese Prüfung in entsprechende Holzgehäuse ein.

Gemäss den Sicherungsnormalien werden Sicherungen mit den in Tabelle VI angeführten Stromstärken geprüft.

Maximaler Prüfstrom von Sicherungen.

Tabelle VI.

Nennstrom in A	4	6	10	15	20	25	35	50	60
Prüfstrom in A	8,4	11,4	19	26,2	35	43,8	56	80	96

§ 35.

Prüfung der Berührbarkeit unter Spannung stehender Teile.

Zur Feststellung, ob in der Gebrauchslage, d. h. nach erfolgter Montage, unter Spannung stehende Teile bei jeder beliebigen Schaltstellung nicht berührbar sind, bedient man sich

eines Tastfingers mit elektrischer Kontaktanzeigung, dessen Dimensionen aus Fig. 10 ersichtlich sind.

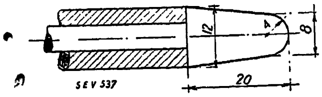


Fig. 10.
Tastfinger.

§ 36.

Prüfung der Feuersicherheit und Nichterweichbarkeit.

In das auf Feuersicherheit bzw. auf Feuersicherheit und Nichterweichbarkeit (siehe § 6) zu prüfende Material wird an einer Stelle, welche die T. P. als die ungünstigsten Resultate ergebend erachten, ein Loch von 5 mm Durchmesser gebohrt. Die Bohrung wird mit einer konischen Reibahle 1 : 50 derart ausgerieben, dass ein Stahlkonus mit den in Fig. 11 angegebenen Dimensionen so in die Bohrung passt, dass beidseitig des Isoliermaterials gleich lange Konusstücke herausragen. Der mit einem Thermoelement ausgerüstete Stahlkonus wird sodann durch Stromwärme innerhalb 3 Minuten auf ca. 300° C bzw. 500° C erhitzt, je nachdem auf Feuersicherheit bis 300° bzw. auf Feuersicherheit und Nichterweichbarkeit bis 500° geprüft werden muss, und während weiteren 2 Minuten auf dieser Temperatur gehalten. Vom Momente der Stromeinschaltung an werden an der Eintrittsstelle des Konus in das Material Funken mittels eines elektrischen Hochfrequenzapparates erzeugt. Dieser Apparat muss mindestens 6 mm lange Funken erzeugen können. Für Material, das auf Nichterweichbarkeit bis 500° geprüft werden muss, wird ausserdem der Stahlkonus vom Momente der Stromeinschaltung an in achsialer Richtung mit 1200 g (inklusive Eigengewicht des Konus) belastet.

Das Material gilt als bis 300° feuersicher, wenn sich bis zu dieser Temperatur aus dem Material entweichende Gase durch die Funken nicht entflammen lassen.

Das Material gilt als bis 500° feuersicher und nicht erweichbar, wenn sich

1. bis zu dieser Temperatur dem Material entweichende Gase durch die Funken nicht entflammen lassen;
2. der Stahlkonus während der 5minutigen Prüfdauer nicht mehr als 2 mm in achsialer Richtung verschiebt (hervorgerufen durch Eindringen des Konus in das Material und eventuelle Durchbiegung des Materials infolge Erwärmung desselben).

Metalle und Teile aus keramischem Material werden dieser Prüfung nicht unterworfen.

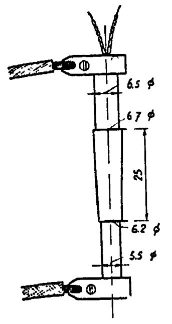


Fig. 11.
Stahl-Konus mit eingebautem Thermoelement für die Prüfung auf Feuersicherheit.

Normalien zur Prüfung und Bewertung von Steckkontakten[1].

(Steckkontaktnormalien des S. E. V.)

I. Begriffserklärungen.

Im Nachfolgenden sind einige der wichtigsten Ausdrücke in dem Sinne näher umschrieben, in welchem sie in diesen Normalien verwendet werden.

Steckkontakt ist der Apparat, mit welchem eine transportable Leitung mit einer fest verlegten oder beweglichen derart verbunden wird, dass die Kontaktherstellung und -unterbrechung beliebig oft und ohne Lösen von Schrauben geschehen kann. Der Steckkontakt besteht aus Steckdose und Stecker.

Steckdose ist der Teil eines Steckkontaktes, durch welchen die Stromzuführung zum Stecker vermittelt wird, und dessen Kontakte vor Berührung geschützt sind.

Stecker ist der Teil eines Steckkontaktes, der den Strom von der Steckdose an die transportable Leitung oder den Stromverbraucher weiterleitet, und dessen Kontakte in gezogenem Zustande der Berührung ausgesetzt sind.

Fassungssteckdose ist eine in Fassungen einsetzbare oder eingebaute Steckdose; im ersten Fall kann sie ausserdem mit einer Fassung versehen sein.

Kupplungssteckkontakt ist ein Steckkontakt, dessen Dose zum Anschluss an bewegliche Leitungen bestimmt ist.

Mehrfachsteckdose ist eine transportable, zum Anschluss mehrerer Stecker dienende Steckdose.

---

[1] In bezug auf die Inkraftsetzung dieser Normalien siehe vorliegendes Heft, Seite 38.

Kontaktstift (Stromnehmer) ist der den lösbaren Kontakt direkt vermittelnde, beliebig geformte Metallteil (z. B. Bolzen, bei konzentrischen Steckkontakten Hülse) im Stecker.

Büchse (Stromgeber) ist die den lösbaren Kontakt direkt vermittelnde Hülse in der Steckdose.

Unverwechselbar ist ein Steckkontakt, wenn der Stecker nur in einer bestimmten Stellung in die Dose eingeführt werden kann.

Unvertauschbar sind zwei Steckkontakte, wenn der Stecker des einen nicht in die Dose des andern eingeführt werden kann.

Ein Stoff ist

wärmebeständig, wenn er bei einer Temperatur von 100° C seine elektrischen und mechanischen Eigenschaften nicht in einer für den Verwendungszweck nachteiligen Weise ändert;

hitzebeständig, wenn er bei einer Temperatur von 200° C seine elektrischen und mechanischen Eigenschaften nicht in einer für den Verwendungszweck nachteiligen Weise ändert;

feuersicher bis zu einer bestimmten Temperatur, wenn sich bei dieser Temperatur aus dem Material austretende Gase durch elektrische Funken nicht entflammen lassen;

flammbogensicher, wenn er sich unter der Einwirkung der betriebsmässig auftretenden Flammbogen nicht entflammt und seine elektrischen und mechanischen Eigenschaften nicht in einer für den Verwendungszweck nachteiligen Weise ändert;

feuchtigkeitsbeständig, wenn er seine elektrischen und mechanischen Eigenschaften in feuchter Luft nicht in einer für den Verwendungszweck nachteiligen Weise ändert.

II. Allgemeine Bestimmungen.

§ 1.

Geltungsbereich.

Diese Normalien beziehen sich auf Steckkontakte für Niederspannungsanlagen, die zum Einbau in fest verlegte oder bewegliche Leitungen bestimmt sind. Darunter fallen auch die mit Apparaten zusammengebauten Steckdosen, soweit Normalien für diese Apparate bestehen, sowie die Kupplungs- und Mehrfachsteckdosen.

In bezug auf Steckdosen für Wärmeapparate siehe Anhang zu diesen Normalien [2]).

Nicht unter diese Normalien fallen explosionssichere Steckkontakte.

Erläuterung: Niederspannungsanlagen sind Starkstromanlagen, bei welchen die Betriebsspannungen 1000 V Gleichstrom oder effektive Volt Wechselstrom nicht überschreiten (vergl. Hausinstallationsvorschriften des S. E. V.).

§ 2.

Einteilung.

Die vorliegenden Normalien unterscheiden:

A. Steckkontakte für allgemeine Zwecke;

B. Steckkontakte für besondere Zwecke (Sonderausführungen).

Bei beiden Ausführungsarten wird unterschieden zwischen:

Steckkontakten für trockene Räume;
Steckkontakten für feuchte Räume (§ 23);
Steckkontakten für nasse Räume (§ 24).

Erläuterung: ad *A.* Steckkontakte für allgemeine Zwecke sind solche, die sich in bezug auf Polzahl, Nennspannungs- und Nennstromstärkebezeichnung in die Tabelle I, § 5, einreihen lassen, die die in § 4 angeführten Bezeichnungen tragen und die den als integrierende Bestandteile dieser Normalien erklärten Dimensionsnormalien der Schweizerischen Normalien-Vereinigung (SNV) entsprechen.

ad *B.* Steckkontakte für besondere Zwecke sind solche, die ganz bestimmten, vom Fabrikanten mit der Lieferung jeweilen anzugebenden Zwecken dienen (z. B. Steckkontakte für Sondertarife). Diese Steckkontakte müssen die in § 4 angeführten Bezeichnungen tragen, dürfen aber in bezug auf Dimensionen, Polzahl, Nennspannungs- und Nennstromstärkebezeichnung von den Normalien der SNV und von Tabelle I, § 5, abweichen.

§ 3.

Anforderung der Hausinstallationsvorschriften und von Dimensionsnormalien.

Steckkontakte müssen den Bestimmungen der «Vorschriften betreffend Erstellung, Betrieb und Instandhaltung elektrischer Hausinstallationen» des S. E. V. von 1927 (Hausinstallationsvorschriften) genügen.

Wenn ein Konstrukteur sich für ein System entscheidet, für welches die Schweizerische Normalien-Vereinigung (SNV) Dimensionsnormalien aufgestellt hat, die als integrierende Bestandteile dieser Normalien erklärt worden sind, so müssen die Steckkontakte ausser den Prüfvorschriften der vorliegenden Normalien auch solchen Dimensionsnormalien der SNV entsprechen.

Erläuterung: Unter System sind z. B. Steckkontakte mit Rundstiften, Flachstiften oder konzentrischen Stiften oder bestimmte Kombinationen solcher verstanden.

§ 4.

Bezeichnung.

Stecker und Steckdosen müssen an einem Hauptbestandteil in dauerhafter Weise und, wenn möglich, an sichtbarer Stelle die maximal zulässige Spannung und Stromstärke, die Fabrikmarke und das Qualitätszeichen des S. E. V. tragen, wenn das Recht zur Führung desselben zugesprochen worden ist.

Feuchtsteckkontakte (Dosen und Stecker) müssen ausserdem mit ı, Naßsteckkontakte (Dosen und Stecker mit ıı bezeichnet sein. (ı Symbol für einen Wassertropfen.)

Steckkontakte für besondere Zwecke müssen ausserdem noch als solche durch den Buchstaben *S* gekennzeichnet sein; sie dürfen auch eine Stromartbezeichnung tragen.

---

[2]) Die Wärmesteckdosennormalien werden später beigelegt.

§ 5.

Ausführungsarten.

Die Ausführungsarten der Steckkontakte für allgemeine Zwecke sind aus Tabelle I ersichtlich.

Steckkontaktausführungen für allgemeine Zwecke.

Tabelle I.

Nennstrom A	Nennspannung		
	250 V	380 V	mehr als 380 V
6	2 P 2 P + E	–	–
15	2 P 2 P + E	3 P 3 P (D) 3 P + E 3 P + N + E 3 P + E (D)	2 P + E 3 P + E 3 P + E (D)
25	2 P + E	3 P 3 P (D) 3 P + E 3 P + N + E 3 P + E (D)	2 P + E 3 P + E 3 P + E (D)
60	2 P + E	3 P 3 P (D) 3 P + E 3 P + E (D)	2 P + E 3 P + E

P = spannungsführende Pole. E = Erdpol. N = Nullleiterpol. (D) = für Drehrichtungswechsel bestimmt. Unter Pol wird hier Büchse bezw. Stift verstanden.

Da für verschiedene Zwecke (z. B. für Mehrfachtarife) von den normalen Ausführungen abweichende Steckkontakte notwendig sind, werden zur Prüfung für die Erteilung des Qualitätszeichens des S. E. V. (siehe §§ 28—33) auch Steckkontakte mit anderer Nennspannung, Nennstromstärke und Polzahl als die oben genannten zugelassen, sofern sie als Sonderausführung gekennzeichnet sind und neben den allgemeinen Bestimmungen dieser Normalien noch die in § 15 angeführten besondern Bestimmungen erfüllen.

Erläuterung: Unter 380 V Nennspannung wird hier und im nachstehenden 380 V zwischen zwei Aussen- bzw. Phasenleitern verstanden, wobei aber im ungünstigsten Falle nur eine Spannung von 250 V zwischen diesen und Erde auftreten darf.

Unter mehr als 380 V Nennspannung wird mehr als 380 V zwischen zwei Aussen- bzw. Phasenleitern verstanden, wobei eine Spannung von mehr als 250 V zwischen diesen und Erde auftreten darf.

Die Nennspannungsbezeichnung «mehr als 380 V» ist nicht so zu verstehen, dass ein Steckkontakt diese als Aufschrift tragen muss. Es wird immer eine bestimmte Nennspannungsbezeichnung (z. B. 440 V oder 660 V) verlangt, für welche der betreffende Steckkontakt gebaut ist.

§ 6.

Anforderung an Isoliermaterial.

Isoliermaterial von Steckdosen, das Kontaktstellen nach aussen abschliesst, und an welchem stromführende Teile, die zur Kontaktherstellung dienen, befestigt sind, muss feuchtigkeits- und wärmebeständig sowie bis 500° C feuersicher und nicht erweichbar sein (z. B. Sockel).

Gehäuseteile aus Isoliermaterial, die Kontaktstellen irgend welcher Art sowie Stellen, an denen Flammbogen betriebsmässig auftreten, nach aussen abschliessen, die aber selbst nicht als Träger von Kontaktstellen dienen (z. B. Kappen von Steckern und Steckdosen), müssen feuchtigkeits- und wärmebeständig sowie bis 300° C feuersicher sein. Bei Steckern werden auch die gleichen Anforderungen an Isoliermaterial gestellt, das Kontaktstellen nach aussen abschliesst, und an welchem stromführende Teile, die zur Kontaktherstellung dienen, befestigt sind.

Isoliermaterial im Innern der Steckdose und des Steckers, an welchem stromführende Teile, die zur Kontaktherstellung dienen, befestigt sind, muss den betriebsmässig auftretenden Flammbogen, ohne Schaden zu nehmen, widerstehen können (Prüfung des Verhaltens im Gebrauch).

Isoliermaterial, das beim Ziehen der Stecker aus der Dose unter Belastung den Flammbogen ausgesetzt sind, muss flammbogensicher, feuchtigkeits- und wärmebeständig sein.

Isoliermaterial als Träger von stromführenden Teilen, die nicht zur Kontaktherstellung dienen, sowie Isoliermaterial in unmittelbarer Nähe von spannungsführenden Teilen muss feuchtigkeits- und wärmebeständig sein (z. B. Unterlag- und Abdeckplatten).

§ 7.

Schutz gegen gefährliche Wärmeübertragung.

Steckdosen und Stecker müssen nach aussen so abschliessen, dass eventuell innerhalb der Gehäuseteile auftretende Wärme und Flammbogen sich nicht in einer gefährlichen Weise nach aussen auswirken können.

§ 8.

Berührungsschutz und Erdung von metallenen Gehäuse- und Betätigungsteilen.

Unter Spannung stehende Teile sollen der zufälligen Berührung entzogen werden (siehe § 43). Die Büchsen von Steckdosen müssen auf dauerhafte Weise isolierend abgedeckt oder so tief in den Steckdosenkörper versenkt sein, dass eine Berührung ohne Anwendung besonderer Hilfsmittel ausgeschlossen ist. Ausgenommen sind Steckdosen für 60 A, die mit einem selbstschliessenden oder verschliessbaren Abschlussdeckel versehen sind (siehe § 43).

Der Stecker muss in die dazugehörige Dose so gesteckt werden können, dass zwischen den Stirnflächen ein Zwischenraum von höchstens 1 mm vorhanden ist. Bei allen Steckkontakten für mehr als 380 V oder mehr als 6 A, sowie bei solchen für nasse Räume bei allen Spannungen und Stromstärken, müssen die Kontakstifte, sobald sie unter Spannung kommen, d. h. auch bei unvollständigem Einstecken in die Steckdose, vor Berührung geschützt sein.

Alle Metallteile von Steckkontakten bis 380 V, welche bei der Bedienung umfasst werden müssen und bei Isolationsdefekten unter Spannung kommen können, sind zur Erdung einzurichten. An Apparaten für mehr als 380 V gilt diese Vorschrift auch für alle berührbaren Metallteile, welche bei Isolationsdefekten unter Spannung kommen können. Nicht unter diese Bestimmung fallen Apparate mit isolierender Auskleidung, welch letztere gemäss § 41 besonders geprüft wird.

§ 9.

Erdungsschrauben und Anordnung derselben.

Sind an Steckern und Steckdosen Erdungsschrauben vorhanden, so sind diese genügend kräftig und so auszubilden, dass sie nur mit Werkzeugen gelöst werden können. In Steckern und Kupplungssteckdosen ist ausserdem dafür zu sorgen, dass der Erdleiter mit spannungsführenden Teilen, selbst wenn er oder diese sich an ihren Befestigungsstellen lösen sollten, nicht in Berührung kommen kann.

§ 12.

Kriechwege und Abstände.

Der kürzeste Abstand auf der Oberfläche des Isoliermaterials (Kriechweg) zwischen unter Spannung stehenden Teilen verschiedenen Potentials oder solchen und berührbaren Metallteilen sowie Befestigungsschrauben darf die in Tabelle II aus den Formeln für die *Kriechwege* sich ergebenden Werte nicht unterschreiten.

Der kürzeste Abstand in Luft zwischen unter Spannung stehenden Teilen und berührbaren Metallteilen darf die in Tabelle II aus den Formeln für den *Abstand gegen berührbare Metallteile* sich ergebenden Werte nicht unterschreiten.

Der kürzeste Abstand in Luft zwischen unter Spannung stehenden Teilen und der Unterlage darf die in Tabelle II aus den Formeln für *den Abstand gegen die Unterlage* sich ergebenden Werte nicht unterschreiten. Die in Tabelle II für den Abstand gegen die Unterlage unter *b)* angeführten Formeln dürfen nur da angewendet werden, wo die spannungsführenden Teile gegen die Befestigungsunterlage vollständig abgedeckt sind, z. B. auch durch Vergussmasse oder Unterlagplatte. In bezug auf die Vergussmasse siehe § 37.

Kriechwege und kürzeste Abstände gegen berührbare Metallteile, Befestigungsschrauben und gegen die Unterlage. Tabelle II.

	Trockensteckkontakte	Feucht- und Nassteckkontakte
	mm	mm
Kriechwege:		
a) zwischen spannungsführenden Teilen verschiedenen Potentials . .	$2+\frac{V}{125}$	$4+\frac{3V}{250}$
b) zwischen spannungsführenden Teilen und berührbaren Metallteilen sowie Befestigungsschrauben . .	$1+\frac{V}{125}$	$2+\frac{3V}{250}$
Abstand gegen berührbare Metallteile (in Luft gemessen)	$1+\frac{V}{125}$	$2+\frac{3V}{250}$
Abstand gegen die Unterlage (in Luft gemessen):		
a) wenn spannungsführende Teile nicht abgedeckt sind	$4+\frac{V}{125}$	$7+\frac{3V}{250}$
b) wenn spannungsführende Teile abgedeckt sind	$2+\frac{V}{125}$	$5+\frac{3V}{250}$

In dieser Tabelle ist für V die Nennspannung in Volt einzusetzen, mindestens aber 250 V.

§ 10.

Erdungskontakte und Anordnung derselben.

Stecker für mehr als 380 V müssen einen besonderen Erdkontakt besitzen. Dieser muss, auch bei Steckkontakten für niedrigere Spannungen, wenn diese einen solchen aufweisen, so gestaltet sein, dass der Erdungsstift nur in die Erdungsbüchse eingeführt werden kann, und dass beim Stecken die Verbindung mit Erde zuerst hergestellt wird. Bei konzentrischen Kontakten ist die äusserste Büchse als Erdungsbüchse vorzusehen, bei den übrigen Steckkontakten die mittlere, sofern nicht das Gehäuse des Steckkontaktes als Erdkontakt verwendet wird.

§ 11.

Bezeichnung von Erdanschlüssen.

Alle Klemmen, an welche Erdleiter anzuschliessen sind, müssen durch gelbe Farbe dauerhaft als solche gekennzeichnet sein.

§ 13.

Einführungsöffnungen und Raum in den Steckkontakten.

Die Steckkontakte sollen so bemessen und beschaffen sein, dass die Schutzhüllen der Leiter (z. B. Isolierrohre für der Nennstromstärke entsprechende Leiter) in die Steckdose eingeführt werden können, und dass die Isolation der Leiter weder beim Einziehen noch beim Befestigen der Steckdose oder bei Gebrauch des Steckers beschädigt wird (z. B. durch Abstreifen der Leitungsumhüllung, Verdrehen der Adern usw.) (siehe § 34).

Der Raum im Steckkontakt soll ein leichtes Einziehen und zuverlässiges Befestigen der Leiter erlauben.

Für Stecker und Kupplungssteckdosen muss die Einführungsöffnung mindestens das Einziehen der in Tabelle III (siehe § 14) angegebenen Leiterklassen für die in Tabelle V (siehe § 21) angeführten Kupferquerschnitte erlauben.

§ 14.

Zugentlastung und Schutz gegen Verdrehung von Zuleitungen zu Steckern und Kupplungssteckdosen.

Die transportablen bezw. beweglichen Zuleitungen sollen am Stecker bzw. an der Kupplungssteckdose so befestigt werden können, dass die Leiter auf die Anschlussklemmen keinen Zug ausüben und die Umhüllung der Leiter festgehalten wird. Es muss die Zugentlastung für die in Tabelle III angeführten Leiterklassen mit den in Tabelle V angegebenen Kupferquerschnitten leicht durchführbar sein.

Diese Zuleitungen sollen ferner gegen Verdrehen im Stecker bzw. in der Kupplungssteckdose geschützt sein. Diese Bestimmung bezieht sich nicht auf zweipolige 6-A-Stecker, für welche nur verlangt wird, dass beim Verdrehen der Zuleitung im Innern des Steckers dadurch kein Kurzschluss entstehen darf.

Leiter zur Einführung in Stecker bzw. Kupplungssteckdosen. Tabelle III.

Nennspannung	Trockenstecker	Feuchtstecker	Nasstecker
bis 380 V	VS, RS	bis 15 A GAS mehr als 15 A AS	AS, VAS
mehr als 380 V	bis 15 A GAS mehr als 15 A AS	AS	VAS

Erläuterung: Für die in Tabelle III angeführten Leiterklassen gelten die «Normalien zur Prüfung und Bewertung von isolierten Leitern für Hausinstallationen» des S. E. V.

§ 15.

Vertauschbarkeit und Unvertauschbarkeit.

A. Steckkontakte für allgemeine Zwecke. Die Stecker müssen so gebaut sein, dass sie nicht in Steckdosen höherer Nennspannung oder höherer Nennstromstärke oder nur mit einem Stift in mehrpolige Dosen eingeführt werden können (Ausnahmen siehe §§ 25 und 26).

Für gleiche Nennspannung und Nennstromstärke dürfen Stecker mit Erdkontakt in Steckdosen ohne einen solchen eingeführt werden können, aber Stecker ohne Erdkontakt nicht in Steckdosen mit einem solchen.

Steckkontakte des gleichen Systems für gleiche Nennspannung, Nennstromstärke und Polzahl müssen unter sich vertauschbar sein.

Stecker und Steckdosen gleicher Nennspannung und gleicher Nennstromstärke, welche miteinander vertauschbar sind, auch wenn sie verschiedenen Systems sind, müssen derart konstruiert sein, dass sie gemeinsam den Prüfbedingungen dieser Normalien entsprechen.

B. Steckkontakte für besondere Zwecke (Sonderausführungen). Steckdosen für besondere Zwecke müssen derart gebaut sein, dass Stecker für allgemeine Zwecke mit Qualitätszeichen nicht in sie eingeführt werden können.

Stecker für besondere Zwecke dürfen in Steckdosen für allgemeine Zwecke eingeführt werden können, wenn der Stecker die gleiche Polzahl, Nennspannungs- und Nennstromstärkebezeichnung aufweist wie die Steckdose für allgemeine Zwecke.

Die Stecker müssen so gebaut sein, dass sie nicht in Steckdosen höherer Nennspannung oder höherer Nennstromstärke oder nur mit einem Stift in mehrpolige Dosen eingeführt werden können.

Steckkontakte für gleiche Nennspannung, Nennstromstärke und Polzahl brauchen unter sich nicht austauschbar zu sein.

Erläuterung: ad *A.* Die Technischen Prüfanstalten des S. E. V. (T. P.) kontrollieren, ob die Unvertauschbarkeit mit den Modellen gleichen und andern Fabrikates besteht, welche bereits das Recht zur Führung des Zeichens erhalten haben.

Unter System sind z. B. Steckkontakte mit Rundstiften, Flachstiften oder konzentrischen Stiften oder bestimmte Kombinationen solcher verstanden.

ad *B.* Steckkontakte für besondere Zwecke sind z. B. solche, die Elektrizitätswerke nur für den Anschluss besonderer Energieverbraucher, für die sie niedrigere Energiepreise gewähren, gestatten.

§ 16.

Festhaltevorrichtung.

Steckkontakte für Nennstromstärken bis und mit 15 A dürfen nicht mit Festhaltevorrichtung ausgeführt werden.

§ 17.

Abschlussdeckel an Dosen.

Ist bei einer Steckdose ein Abschlussdeckel vorhanden, so muss er entweder verschliessbar oder selbstschliessend sein.

§ 18.

Anforderungen an Metallteile.

Metalle, welche durch atmosphärische Einflüsse in einer für den Verwendungszweck schädlichen Weise angegriffen werden, dürfen als Kontaktmaterial nicht verwendet werden. Die Klemmschrauben von Steckkontakten für trockene und feuchte Räume dürfen aus gegen Rosten geschütztem Eisen bestehen.

§ 19.

Anforderungen an die Befestigungsorgane.

Die Befestigungen von Sockel, Kappe, spannungsführenden Teilen usw. der Steckkontakte sollen in der Regel unabhängig voneinander sein; beim Lösen einer Befestigung sollen sich die übrigen Befestigungen nicht lösen.

Erläuterung: Auf eine Mutter, die zur Befestigung eines Stiftes dient, darf jedoch die Zuleitung mit Unterlagscheibe durch eine zweite Mutter festgeklemmt werden.

§ 20.

Dimensionierung der Kontaktteile.

Stromführende Teile der Steckkontakte müssen so dimensioniert sein, dass im Betriebszustand bei der Belastung mit dem höchsten, durch die Sicherungen gleicher Nennstromstärke begrenzten Strom, keine unzulässigen Erwärmungen eintreten (siehe auch § 42).

§ 21.

Anforderungen an Anschlussklemmen.

Die Anschlussklemmen müssen einen dauernd sicheren Kontakt gewährleisten und so beschaffen sein, dass sie sich beim Anziehen der Kontaktschrauben nicht drehen oder lockern, und dass der abisolierte Leiter nicht ausweichen kann. Die Kuppe der Klemmschrauben ist so zu gestalten, dass sie den Leiter nicht abscheren kann. Ihr Muttergewinde muss in Metall geschnitten sein. Die beim Festklemmen der Zuleitung mit dieser in Berührung kommenden Teile müssen aus Metall hergestelllt sein.

Die Anschlussklemmen der Steckkontakte müssen die Verwendung der Leiter derjenigen Durchmesser ermöglichen, welche aus Tabelle IV für fest montierte Steckdosen, aus Tabelle V für Stecker und Kupplungssteckdosen ersichtlich sind; bei den Steckdosen für feste Montage für 6 und 15 A muss ausserdem die Verwendung von zwei der in der Tabelle IV genannten Leiter möglich sein.

Erläuterung: Bei losen Stiften und Hülsen soll mindestens das Verdrehen verhindert werden.

Oeffnungen von Anschlussklemmen für festmontierte Steckdosen. Tabelle IV.

Nennstromstärke in A	6	15	25	60
Es müssen Leiter befestigt werden können für	6 A ÷ 10 A	10 A ÷ 20 A	20 A ÷ 35 A	50 A ÷ 80 A
Die entsprechenden Mindestquerschnitte sind mm²	0,75 ÷ 1,5	1,5 ÷ 4	4 ÷ 10	16 ÷ 25
Dies entspricht Drahtdurchmessern von mm	<u>1</u> ÷ 1,4	<u>1,4</u> ÷ 2,3	<u>2,3</u> ÷ 3,6	<u>4,5</u>
oder Litzen- bezw. Seildurchmessern von mm	1,5 ÷ <u>1,8</u>	1,8 ÷ <u>2,8</u>	2,8 ÷ <u>4,8</u>	6,2 ÷ <u>7,5</u>

Die unterstrichenen Werte geben die minimalen bezw. maximalen Durchmesser der Leiter an, die sollen befestigt werden können.

Oeffnungen von Anschlussklemmen für Stecker und Kupplungssteckdosen. Tabelle V.

Nennstromstärke	6	15	25	60
Es müssen Seile befestigt werden können für	6 A	10 A ÷ 15 A	20 A ÷ 25 A	50 A ÷ 60 A
Die entsprechenden Mindestquerschnitte sind mm²	0,75 ÷ 1	1,5 ÷ 2,5	4 ÷ 6	16 ÷ 20
Dies entspricht Litzen- bezw. Seil-Durchmessern von mm	1,5	<u>1,8</u> ÷ <u>2,3</u>	<u>2,8</u> ÷ <u>3,5</u>	<u>6,2</u> ÷ <u>7,0</u>

Die unterstrichenen Werte geben die minimalen bezw. maximalen Durchmesser der Leiter an, die sollen befestigt werden können.

§ 22.

Ausbildung von Stift und Büchse.

Kontaktstifte oder Büchsen sind so auszubilden, dass ein sicherer Kontakt gewährleistet ist; sie müssen gegen Verdrehung gesichert und ihre Einführungsenden abgerundet oder abgeschrägt sein. (Siehe auch § 35, Tabelle VI.)

§ 23.

Steckkontakte für feuchte Räume.

Steckkontakte für feuchte Räume müssen allen vorstehenden Bestimmungen genügen. Ausserdem müssen die Metallteile so beschaffen oder geschützt sein, dass sie den Einwirkungen der Feuchtigkeit widerstehen. Das Gehäuse muss so gebaut sein, dass Kondensationswasser sich nicht in einer für die Isolation nachteiligen Weise im Innern der Steckdose ansammeln kann (siehe auch §§ 4, 12 und 40).

§ 24.

Steckkontakte für nasse Räume.

Steckkontakte für nasse Räume müssen allen vorstehenden Bestimmungen genügen. Ausserdem müssen sie so gebaut sein, dass bei Bespritzung nicht Wasser in einer für die Isolation nachteiligen Weise eindringen kann. Die Dose ist mit einem Abschlussdeckel zu versehen (siehe auch §§ 4, 12 und 40).

§ 25.

Kupplungs- und Mehrfachsteckdosen.

Auf Kupplungssteckdosen und transportable Mehrfachsteckdosen finden die Bestimmungen für Steckdosen sinngemäss Anwendung. Die Möglichkeit einpoligen Steckens wird bei zweipoligen Steckdosen dieser Art für 250 V und 6 A jedoch zugelassen (siehe § 15).

§ 26.

Fassungssteckdosen.

Als Fassungssteckdosen sind nur solche mit Edisonfassungsgewinde 27 mm für 250 V und 6 A zulässig. Sie müssen den gleichen Bestimmungen wie die Steckdosen und die Fassungen genügen. Die Möglichkeit einpoligen Steckens wird jedoch zugelassen (siehe § 15).

§ 27.

Steckdosen mit Sicherungen.

Auf Steckdosen, in welche Sicherungen eingesetzt werden können, finden die Bestimmungen für Steckdosen sinngemäss Anwendung. Die einzusetzenden Sicherungen müssen jedoch den Sicherungsnormalien entsprechen und ausgewechselt werden können, ohne dass dabei eine Gefahr der Berührung spannungsführender Teile besteht.

III. Umfang der Prüfungen.

§ 28.

Qualitätszeichen.

Die Führung des Qualitätszeichens des S. E. V. wird nur nach Abschluss eines Vertrages mit den Technischen Prüfanstalten des S. E. V. (T. P.) und nach bestandener *Annahmeprüfung* gestattet. Zur Feststellung, ob die Steckkontakte dauernd gemäss den Normalien hergestellt werden, werden jährliche *Nachprüfungen* vorgenommen. Annahme- und Nachprüfungen werden von den T. P. ausgeführt.

§ 29.

Annahmeprüfung.

Für die Annahmeprüfung sind den T. P. vom Fabrikanten von jeder Klasse, für welche das Recht zur Führung des Qualitätszeichens nachgesucht wird, die zur Prüfung notwendigen Objekte einzuliefern gemäss Bestimmung der T. P. Von allen Klassen, welche das Qualitätszeichen erhalten, bewahren die T. P. ein Exemplar plombiert auf.

Erläuterung: Unter Klasse sind Typen für verschiedene Nennspannungen, Nennstromstärken und Polzahlen zu verstehen, ferner Apparate aus verschiedenem Baumaterial oder verschiedener Konstruktion.

§ 30.

Periodische Nachprüfungen.

Den periodischen Nachprüfungen, welche jährlich einmal vorzunehmen sind, werden je ein Exemplar von ⅛ (aufgerundet auf die nächste ganze Zahl) der Klassen, für welche das Recht zur Führung des Qualitätszeichens erworben worden ist, unterzogen.

§ 31.

Durchführung der Prüfungen.

Die Annahme- bezw. Nachprüfung besteht aus:

		vergl.
1.	der allgemeinen Untersuchung . . .	§ 33
2.	der Prüfung der Zugentlastung . .	§ 34
3.	der Prüfung hinsichtlich der zum Ziehen der Stecker erforderlichen Zugkraft	§ 35
4.	der Prüfung der mechanischen Festigkeit	§ 36
5.	der Prüfung der Wärmebeständigkeit	§ 37
6.	der Prüfung des Verhaltens im Gebrauch	§ 38
7.	der Prüfung hinsichtlich der zum Ziehen der Stecker erforderlichen Zugkraft	§ 39
8.	der Prüfung der Feuchtigkeitsbeständigkeit	§ 40
9.	der Spannungsprüfung	§ 41
10.	der Prüfung der Kontakterwärmung	§ 42
11.	der Prüfung der Berührbarkeit spannungsführender Teile	§ 43
12.	der Prüfung der Feuersicherheit und Nichterweichbarkeit	§ 44

Die Prüfungen werden im Eingangszustand in der hier festgesetzten Reihenfolge vorgenommen und bei Raumtemperatur ausgeführt, soweit nichts anderes festgesetzt wird.

Steckkontakte für besondere Zwecke, deren Verwendungszweck nach § 2 bei der Annahmeprüfung anzugeben ist, werden entsprechend ihrem Verwendungszweck geprüft, und die oben angeführten Prüfungen unter Berücksichtigung des besondern Zweckes vorgenommen.

Es werden soweit möglich sämtliche Prüfungen vorgenommen, auch wenn es sich schon anfänglich zeigen sollte, dass der Steckkontakt den vorliegenden Normalien nicht entspricht, sofern die in den vorangegangenen Prüfungen defekt gewordenen Teile durch den Fabrikanten ersetzt werden.

Wird nur ein einzelner Stecker oder eine Steckdose zur Prüfung vorgelegt, so wird diese, wo ein kompletter Steckkontakt nötig ist, mit einer dazu passenden Steckdose bzw. mit einem Stecker ausgeführt, welche die T. P. als den vorliegenden Normalien entsprechend befunden haben.

§ 32.

Beurteilung der Prüfungen.

Das Recht zur Führung des Qualitätszeichens wird nur erteilt, bzw. das Recht zur Weiterführung des Zeichens wird nur gestattet, wenn:

1. bei der *Annahmeprüfung* bzw. den *periodischen Nachprüfungen* die der Prüfung unterzogenen Exemplare alle in § 31 angeführten Prüfungen bestehen;
2. die Steckkontakte sich nach den Prüfungen noch in gebrauchsfähigem Zustande befinden und keine wesentlichen Beschädigungen aufweisen.

Erläuterung: ad 2. Der für die Prüfung der Feuersicherheit (siehe § 44) notwendige Eingriff ist für die Beurteilung des gebrauchsfähigen Zustandes nicht massgebend.

IV. Beschreibung der Prüfungen.

§ 33.

Allgemeine Untersuchung.

Die Objekte sind auf ihre Uebereinstimmung mit den Bestimmungen der §§ 3—27 zu prüfen.

Soweit SNV-Normalien für Steckkontakte als integrierende Bestandteile dieser Normalien erklärt werden, sind die dort als verbindlich festgelegten Dimensionen nachzuprüfen.

Zur Prüfung hinsichtlich der Bestimmungen der §§ 13, 14 und 21 werden bei der Annahmeprüfung die Leiter mit den kleinsten und grössten äussern Durchmessern, welche im Betrieb mit den Steckkontakten verwendet werden (siehe § 21), in diese eingezogen und befestigt. Bei den periodischen Nachprüfungen werden nur die Dimensionen der Klemmvorrichtungen und Eintrittsöffnungen mit denjenigen des plombiert aufbewahrten Exemplares verglichen.

§ 34.

Prüfung der Zugentlastung.

Der Stecker bzw. die Kupplungssteckdose wird mit der Zuleitung versehen. Die Zugentlastung wird entsprechend der Konstruktion hergestellt, ohne dass aber dabei die Leitungsadern an die Anschlussklemmen angeschlossen werden. Hierauf wird der Prüfling in der in Fig. 1 dargestellten Prüfvorrichtung aufgehängt. In der tiefsten Stelle des Hebelarmes wird das Belastungsgewicht P = 5 kg für alle 6-A-Stecker, und 10 kg für alle Stecker höherer Stromstärke als 6 A derart an der Leitung befestigt, dass in dieser Stellung die Leitung noch unbelastet ist, aber dass doch bei einer Hubbewegung des Hebels das Gewicht P mindestens auf der Hälfte des Weges mit angehoben wird. Die im Hebelarm eingesetzte Büchse *a* soll jeweils dem Querschnitt der Leitung angepasst sein.

Die Prüfung erfolgt durch 100maliges Anheben des Hebels durch die Exzenterscheibe, die in 1 Sekunde eine Umdrehung ausführen soll.

Für diese Prüfung wählen die T. P. zwei der in § 14 angeführten Leiterklassen aus, welche sie als die ungünstigsten Resultate ergebend erachten.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn sich die Zuleitung durch das 100malige Anheben des Hebels nicht mehr als 2 mm in der Einführungsöffnung verschoben hat. Zur Messung der Verschiebung wird vor dem Versuche an der belasteten Zuleitung vor der Einführungsöffnung des Steckers eine Marke angebracht. Nach dem Versuche wird die Verschiebung dieser Marke gegenüber dem Stecker festgestellt, und zwar ebenfalls bei belasteter Zuleitung.

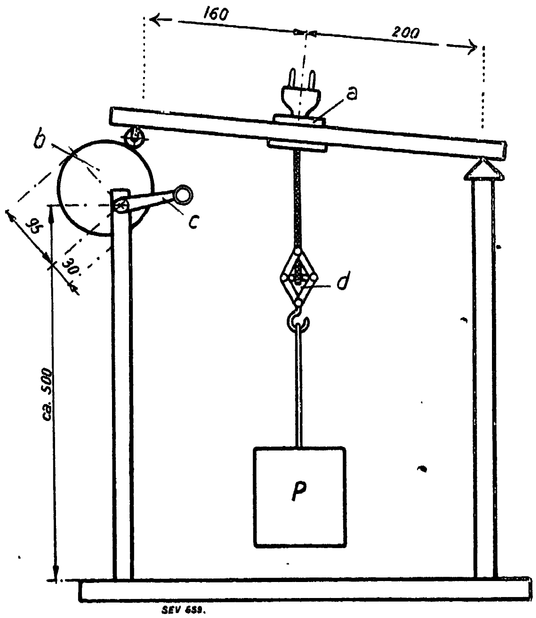


Fig. 1.
Apparat für die Prüfung der Zugentlastung.
a = Auswechselbare Büchse.
b = Excenterscheibe.
c = Kurbel.
d = Klemmvorrichtung.
P = Belastungsgewicht.

§ 35.

Prüfung hinsichtlich der zum Ziehen der Stecker erforderlichen Zugkraft.

Die Prüfung wird an den Steckkontakten anschliessend an die Prüfung der Zugentlastung sowie noch nach der Prüfung des Verhaltens im Gebrauch vorgenommen.

Die Steckkontakte werden in der voraussichtlichen Gebrauchslage montiert. Am Stecker

wird eine Zugschnur derart befestigt, dass der Stecker genau achsial aus der Dose herausgezogen werden kann. Während 10 sec wird zwecks Ueberwindung der ruhenden Reibung mit einem 4-Volt-Läutewerk gegen den Sockel der Dose geklopft. Der Klöppel des Läutewerks muss hiebei senkrecht zur Stiftachse in der Mitte des gesteckten Teiles des Stiftes aufschlagen. Die zum Ziehen des Steckers aus der Dose erforderliche Kraft muss innerhalb der beiden in der Tabelle VI angeführten Grenzwerte liegen.

Minimale und maximale Zugkräfte für komplette Stecker.

Tabelle VI

Nennspannung V	Nennstrom A	Polzahl	Zugkraft	
			min./kg	max./kg
bis und mit 250 V	6	2 P	0,5	2,5
		2 P + E	0,7	3,5
	15	2 P	1,0	5,0
		2 P + E	1,2	6,0
	25	2 P + E	1,2	6,0
	60	2 P + E	1,5	7,5
mehr als 250 V bis und mit 380 V	15	3 P	1,2	6,0
		3 P (D) 3 P + E 3 P + N + E 3 P + E (D)	1,5	7,5
	25	3 P	1,2	6,0
		3 P (D) 3 P + E 3 P + N + E 3 P + E (D)	1,5	7,5
	60	3 P	1,5	7,5
		3 P (D) 3 P + E 3 P + E (D)	2,0	10,0
mehr als 380 V	15	2 P + E	1,2	6,0
		3 P + E 3 P + E (D)	1,5	7,5
	25	2 P + E	1,2	6,0
		3 P + E 3 P + E (D)	1,5	7,5
	60	2 P + E	1,5	7,5
		3 P + E	2,0	10,0

P = spannungsführende Pole, E = Erdpol, N = Nullleiterpol, (D) = für Drehrichtungswechsel bestimmt.

§ 36.

Prüfung der mechanischen Festigkeit.

Diese Prüfung wird nur an solchen Steckkontakten und Teilen derselben vorgenommen, die mechanischen Beschädigungen ausgesetzt sind.

A. Prüfung von Steckdosen (ausgenommen Kupplungssteckdosen und transportable Mehrfachsteckdosen):

a) nicht metallgekapselte und unvollständig metallgekapselte Steckdosen. Das Objekt wird folgender Schlagprobe unterworfen:

Ein 0,15 kg schwerer Hammer (siehe Fig. 2 und 3) mit eingesetztem Hartholzkörper (Buchsholz) als schlagender Teil ist an einem Stahlrohr von 10 mm äusserem Durchmesser, 1 mm Wandstärke und 100 cm Länge befestigt und mit diesem zusammen als starres Pendel montiert. Auf einer drehbaren Holzunterlage von mindestens 15 kg Eigengewicht wird 100 cm senkrecht unter dem Drehpunkt des Pendels die zu prüfende Steckdose ordnungsgemäss befestigt und der Hammer mit der dem Prüfobjekt zugekehrten Hartholzseite bei einer Auslenkung des Pendels von 80 cm zehnmal gegen die Steckdose an verschiedenen Stellen aufschlagen gelassen. Nach dem fünften Schlage wird die Steckdose gegenüber ihrer bisherigen Montagestellung um 90° gedreht, und es werden die restlichen fünf Schläge in dieser neuen Stellung ausgeführt.

Bei dieser Prüfung darf die Steckdose keine wesentlichen Beschädigungen erleiden. Das Ausbrechen von Scherbenwänden gilt nicht als solche. Ist die Kappe beim Gebrauch auf einer elastischen Unterlage befestigt, so wird diese auch bei der Prüfung verwendet.

b) vollständig metallgekapselte Steckdosen. Das Objekt wird der unter *a)* beschriebenen Schlagprobe unterworfen, wobei der dort erwähnte Hammer durch einen Stahlhammer von 0,5 kg Gewicht ersetzt wird. Der schlagende Teil des Stahlhammers hat die gleichen Abmessungen, wie in Fig. 3 dargestellt ist.

Bei dieser Prüfung darf die Steckdose keine wesentlichen Beschädigungen erleiden.

B. Prüfung von Steckern, Kupplungssteckdosen und transportablen Mehrfachsteckdosen:

a) Stecker und Kupplungssteckdosen bis und mit 0,3 kg Eigengewicht, alle transportablen Mehrfachsteckdosen. Das Prüfobjekt wird in einer Falltrommel (siehe Fig. 4) 1000mal in unbestimmter Lage von 50 cm Höhe auf ein Eisenblech von 3 mm Dicke fallen gelassen, wobei es keine wesentlichen Beschädigungen erleiden und sich keine Schrauben lösen dürfen. Diese werden vor der Prüfung angezogen, und in den Anschlussklemmen werden Kupferleiter passender Querschnitte festgeklemmt. Ferner muss der Stecker nach der Prüfung noch in die Dose gesteckt werden können.

b) Stecker und Kupplungssteckdosen von mehr als 0,3 kg Eigengewicht. An dem Stecker wird eine Schnur (ca. 1,5 mm Durchmesser) von 225 cm Länge bei der Kabeleinführungsöffnung austretend angebracht (siehe Fig. 5). Das freie Schnurende wird 125 cm über dem Boden befestigt. Alsdann wird der Stecker bei angestreckter Schnur aus 125 cm Höhe auf einen rauhen Zementboden fallen gelassen, so dass er, einen Kreisbogen von 225 cm Radius beschrei-

bend, auf diesem aufschlägt. Diese Prüfung wird 8mal ausgeführt, wobei der Stecker nach jedem Fall um 45° gegenüber seiner früheren Stellung verdreht wird. Nach dieser Prüfung darf der Stecker keine wesentlichen Beschädigungen aufweisen, und er muss noch in die Dose gesteckt werden können.

Erläuterung: Die in Fig. 4 dargestellte Falltrommel soll 10 Umdrehungen in 60 Sekunden ausführen.

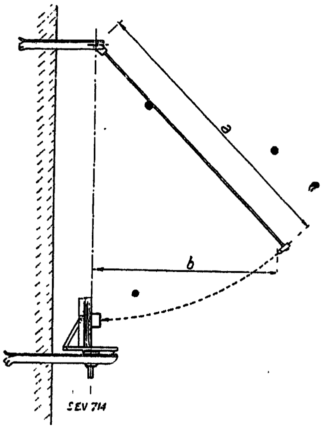


Fig. 2.
Apparat zur Prüfung der mechan. Festigkeit von Steckdosen.
$a = 100$ cm; $b = 80$ cm

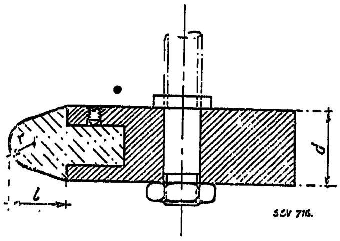


Fig. 3.
Hammer mit eingesetztem Holzkörper.
$d = 20$ mm; $l = 15$ mm; $r = 7$ mm

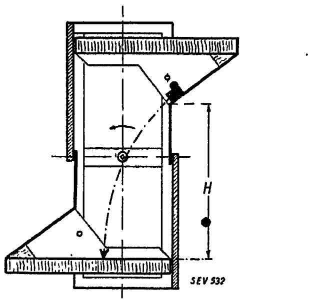


Fig. 4.
Falltrommel zur Prüfung der mechan. Festigkeit von Steckern bis und mit 0,3 kg Eigengewicht.
$H = 50$ cm

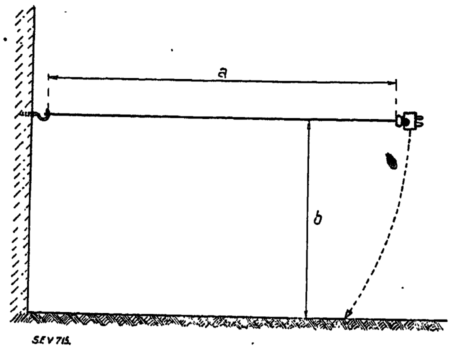


Fig. 5.
Prüfung der mechan. Festigkeit von Steckern von mehr als 0,3 kg Eigengewicht.
$a = 225$ cm; $b = 125$ cm

§ 37.

Prüfung der Wärmebeständigkeit.

Das Prüfobjekt wird während einer Stunde in einem Thermostat einer Temperatur von 100° ± 5° C ausgesetzt. Dabei dürfen keine das gute Funktionieren des Steckkontaktes beeinträchtigenden Veränderungen auftreten.

Kitt- und Ausgussmassen dürfen nicht ausfliessen, und es sollen die hierdurch zu schützenden Metallteile noch vollständig bedeckt sein.

Isoliermaterial, für welches nach § 6 Feuersicherheit bis 300° verlangt wird, wird während dieser Zeit noch einer Kugeldruckprobe unterworfen, indem eine Stahlkugel von 5 mm Durchmesser, welche mit 2 kg belastet ist, auf eine horizontal gestellte Fläche des Prüfobjektes aufgesetzt wird. Dadurch darf eine Vertiefung von höchstens 2 mm Durchmesser entstehen.

Erläuterung: Ein Apparat zur Ausführung der Kugeldruckprobe, welcher von den T. P. ausgeführt und benützt wird, ist in Fig. 6 dargestellt.

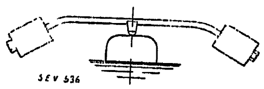


Fig. 6.
Apparat für die Kugeldruckprobe.

§ 38.

Prüfung des Verhaltens im Gebrauch.

A. Steckkontakte, die nicht mit einem Schalter verriegelt sind.

Bei diesen wird der Nulleiterpol bzw. Erdpol an Erde gelegt und mit dem Nullpunkt der Stromquelle verbunden.

Durch die Prüfung des Verhaltens im Gebrauch werden diejenigen Konstruktionsteile, die dem beim Ziehen der Stecker aus den Dosen unter Belastung entstehenden Flammbogen ausgesetzt sind, auch auf Flammbogensicherheit geprüft (siehe Begriffserklärungen Seite 1).

Für die Zuleitungen werden Leiter verwendet, welche gemäss den Hausinstallationsvorschriften einen der Nennstromstärke des Prüfobjektes entsprechenden Querschnitt aufweisen.

a) Steckkontakte für allgemeine Zwecke. Die Steckkontakte werden wie in Tab. VII und in Fig. 7 angegeben geprüft.

Steckkontakte mit zwei Polen oder zwei Polen und Erdpol bis 250 V und 15 A werden mit 50periodigem Wechselstrom und mit Gleichstrom geprüft.

Steckkontakte mit zwei Polen oder zwei Polen und Erdpol für mehr als 250 V oder für mehr als 15 A werden nur mit Gleichstrom geprüft.

Alle dreipoligen Steckkontakte und solche, die neben den drei Polen noch einen Erdpol oder Nulleiterpol aufweisen oder für Drehrichtungswechsel bestimmt sind, werden nur mit 50periodigem Drehstrom geprüft.

b) Steckkontakte für besondere Zwecke. Diese Steckkontakte werden, wenn sie eine

Prüfung des Verhaltens im Gebrauch für Steckkontakte für allgemeine Zwecke. Tabelle VII.

Steckkontakt für			Wechselstromprüfung				Gleichstromprüfung*)		
Nennspannung V	Nennstrom A	Polzahl	Spannung V	Strom A	cos φ	Anzahl Steckungen	Spannung V	Strom A	Anzahlung Steckungen
250 V	6 A	2 P 2 P + E	250 1,1 × 250	6 1,25 × 6	1 1	5000 50	250	6	50
	15 A	2 P 2 P + E	250 1,1 × 250	15 1,25 × 15	0,3 0,3	5000 50	250	15	50
	25 A und 60 A	2 P + E					spannungslos 1,1 × 250	1,25×Nstr.	5000 50
380 V	15 A	3 P 3 P + E 3 P + N + E	380 1,1 × 380	15 1,25 × 15	0,3 0,3	5000 50			
		3 P (D) 3 P + E (D)	380 380 1,1 × 380 1,1 × 380	15 15 1,25 × 15 1,25 × 15	0,3 0,3 0,3 0,3	2500 [1] 2500 [2] 25 [1] 25 [2]			
	25 A und 60 A	3 P 3 P + E 3 P + N + E (nur bei 25 A)	spannungslos 1,1 × 380	1,25 × Nstr.	0,3	5000 50			
		3 P (D) 3 P + E (D)	spannungslos spannungslos 1,1 × 380 1,1 × 380	1,25 × Nstr. 1,25 × Nstr.	0,3 0,3	2500 [1] 2500 [2] 25 [1] 25 [2]			
mehr als 380 V	jeden Nennstrom	2 P + E	—	—	—	—	spannungslos 1,1 × Nsp.	1,25×Nstr.	5000 50
		3 P + E	spannungslos 1,1 × Nsp.	1,25 × Nstr.	0,3	5000 50			
	bis 25 A	3 P + E (D)	spannungslos spannungslos 1,1 × Nsp. 1,1 × Nsp.	1,25 × Nstr. 1,25 × Nstr.	0,3 0,3	2500 [1] 2500 [2] 25 [1] 25 [2]			

*) Bei der Prüfung mit Gleichstrom werden induktionsfreie Widerstände verwendet.
[1]) Für den einen Drehsinn.
[2]) Für den andern Drehsinn.

P = spannungsführende Pole. E = Erdpol. N = Nulleiterpol.
(D) = für Drehrichtungswechsel bestimmt.

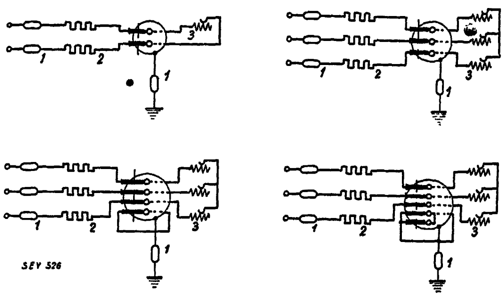


Fig. 7.
Schaltungen für die Prüfung des Verhaltens im Gebrauch.
1 = Sicherung.
2 = induktionsfreier Widerstand zur Begrenzung der Kurzschlusstromstärke.
3 = regulierbarer Belastungswiderstand.

Stromartbezeichnung tragen, mit dieser Stromart geprüft, und zwar mit der ihrer Aufschrift entsprechenden Nennspannung und Nennstromstärke. Tragen sie keine solche, so werden sie wie unter *a)* angeführt geprüft.

Trägt ein Steckkontakt eine Stromstärkebezeichnung, für welche in den Sicherungsnormalien keine Sicherungen aufgeführt sind, so wird er mit derjenigen nächst höheren Stromstärke geprüft, für welche Sicherungen bestehen.

B. Steckkontakte, die mit einem Schalter verriegelt sind.

Diese werden 5000mal spannungslos gesteckt und, wenn sie für Drehrichtungswechsel bestimmt sind, zur Hälfte in der Stellung entsprechend des einen, zur Hälfte in der Stellung des andern Drehsinnes geprüft.

C. Bestimmungen, die für die unter A. und B. angeführten Steckkontakte gelten.

Alle Steckkontakte werden im allgemeinen in der voraussichtlichen Gebrauchslage geprüft.

Die Steckungen werden in Abständen von 4 Sekunden ausgeführt unter Benützung eines mechanischen Antriebes, welcher durch Einfügen eines elastischen Zwischengliedes das Ziehen des Steckers von Hand möglichst nachahmt.

Steckkontakte für Drehrichtungswechsel von Motoren werden zur Hälfte in der Stellung entsprechend dem einen, zur Hälfte in der Stellung entsprechend dem anderen Drehsinn geprüft.

D. Beurteilung der Prüfung.

Die Prüfbedingungen gelten als erfüllt, wenn der Steckkontakt keine für den weiteren Gebrauch nachteiligen Veränderungen erleidet, und sich während der Prüfung keine Schrauben lösen.

Erläuterung: ad *A.* Als normale Stromstufen für Sicherungen gelten: 4, 6, 10, 15, 20, 25, 35, 50 und 60 A.

Steckkontakte für 25 A und 60 A bzw. solche von mehr als 380 V werden 5000mal spannungslos betätigt, da sie gemäss den Hausinstallationsvorschriften immer hinter einem Schalter verwendet werden müssen. Da aber erfahrungsgemäss solche Stecker trotzdem unter Belastung betätigt werden, ist eine 50malige Prüfung mit Strom und Spannung vorgesehen.

ad *A.* und *B.* Steckkontakte für Unterputzmontage werden, wenn dazu passende Unterputzgehäuse mitgeliefert werden, mit diesen Gehäusen geprüft. Werden keine solchen Gehäuse mit den Steckkontakten mitgeliefert, so bauen die T. P. die Steckkontakte für diese Prüfung in entsprechende Holzgehäuse ein.

ad *C.* Unter einer Steckung wird ein einmaliges Ziehen und Stecken des Steckers verstanden.

Ein von den T. P. benützter Apparat zum mechanischen Betätigen der Stecker ist in Fig. 8 schematisch dargestellt.

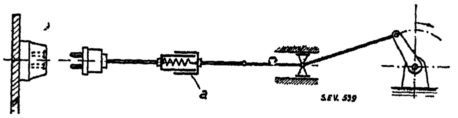


Fig. 8.
Apparat zur Prüfung des Verhaltens im Gebrauch.
a = elastisches Zwischenglied.

§ 39.

Prüfung hinsichtlich der zum Ziehen der Stecker erforderlichen Zugkraft.

Die Prüfung wird in analoger Weise, wie in § 35 angeführt, vorgenommen. Die Zugkraft muss auch hier noch innerhalb der beiden in Tab. VI angeführten Grenzwerte liegen.

§ 40.

Prüfung der Feuchtigkeitsbeständigkeit.

Steckkontakte für trockene Räume werden während 24 Stunden in einem Abschlusskasten gelagert, dessen Volumen mindestens 4mal so gross sein muss wie das Volumen des oder der Prüflinge. Die Bodenfläche des Abschlusskastens ist während dieser Lagerung unter Wasser zu halten. Zu Beginn der Lagerung wird während ¼ Stunde eine Wassermenge verdampft und in den Abschlusskasten eingeleitet, die gleich $1/800$ des Volumens dieses Kastens ist. Die Steckkontakte sollen beim Einsetzen Raumtemperatur aufweisen. Die Einführungsöffnungen der Steckkontakte sind so zu verschliessen, wie dies bei der Montage durch die Zuleitungen geschieht.

Steckkontakte für feuchte Räume werden in gleichem Abschlusskasten und in gleicher Weise gelagert wie Steckkontakte für trockene Räume. Die am Anfang der Lagerung zu verdampfende Wassermenge beträgt aber hier $1/100$ des Volumens des Abschlusskastens. Die Zeit der Dampfeinführung soll eine Stunde betragen.

Steckkontakte für nasse Räume werden anschliessend an die Behandlung wie für solche für feuchte Räume ausserdem in der Gebrauchslage von der für sie ungünstigsten Seite unter 45° von oben während 2 Minuten mit Wasser bespritzt. Die Einführungsöffnungen sind dabei so zu verschliessen, wie dies bei der Montage geschieht. Die Düsenöffnung des für die Bespritzung verwendeten Zerstäubungsapparates befindet sich dabei in einer Höhe von 30 cm über der Mitte des Prüfobjektes und in 30 cm Abstand von der das Prüfobjekt tragenden

Wand. Der Druck am Zerstäubungsapparat soll dabei so eingestellt werden, dass das Prüfobjekt mit einer Wassermenge von 0,2 g pro cm² und Minute getroffen wird. Zur Messung der Wassermenge dient ein Auffanggefäss, welches an Stelle des Prüfobjektes hingehalten wird, wobei die Oeffnungsebene normal zur Strahlaxe stehen soll.

Isoliermaterial, das feuchtigkeitsbeständig sein muss (z. B. Unterlag- und Abdeckplatten), wird wie Steckkontakte für feuchte Räume behandelt.

Die Technischen Prüfanstalten (T. P.) prüfen die Steckkontakte in demjenigen Zustand (gezogener oder gesteckter Stecker, Dose bei geschlossenem oder geöffnetem Abschlussdeckel), den sie als die ungünstigsten Resultate ergebend erachten.

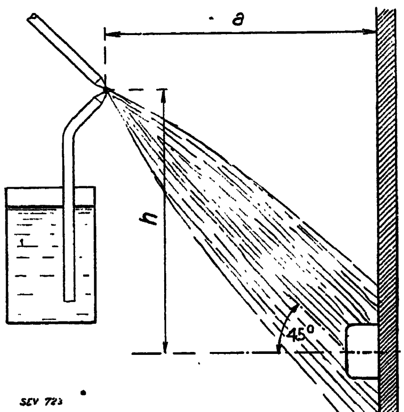


Fig. 9.
Zerstäuber für die Beregnung bei der Prüfung auf Feuchtigkeitsbeständigkeit.
$a = 30$ cm $h = 30$ cm

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn die Steckdosen bezw. Stecker durch die für sie in Frage kommende Prüfung keine nachteiligen Veränderungen erleiden. Beim Bespritzen darf sich kein Wasser in einer für die Isolation nachteiligen Weise im Innern der Dose ansammeln.

§ 41.

Spannungsprüfung.

Der Spannungsprüfung werden Stecker und Steckdose einzeln direkt anschliessend an die Prüfung auf Feuchtigkeitsbeständigkeit (§ 40) unterworfen, und zwar in dem Zustand, der sich aus den vorhergehenden Prüfungen ergibt.

Die Prüfspannung wird angelegt:

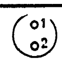
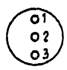
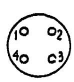
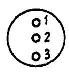
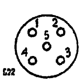
1. zwischen den spannungsführenden Teilen und
2. zwischen diesen einerseits und den Befestigungsschrauben, allen im Gebrauchszustande am Apparat berührbaren Metallteilen (einschliesslich der Erdungsbüchsen und Erdungsstiften), einer um den Apparat gewickelten Stanniolhülle und der metallischen Unterlage, auf welche das Objekt mit allfällig mitgelieferter, isolierender Unterlagsplatte gelegt wird, andererseits. Die letzteren sind an Erde zu legen.

Soll bei Apparaten mit Metallgehäuse eine Isolationsschicht das zufällige Unter-Spannungkommen des Gehäuses verhindern, so wird diese Schicht unter Zuhilfenahme eines Stanniolbelages eine Minute lang besonders geprüft.

Die Prüfung geschieht mit möglichst sinusförmiger Wechselspannung von 50 Perioden nach der in Tabelle VIII angegebenen Schaltung und Prüfzeit. Die Prüfspannung beträgt 4 × Nennspannung + 1000 V, mindestens aber 2000 V.

Die Prüfung gilt als erfüllt, wenn weder ein Durchschlag noch ein Ueberschlag eintritt, noch Kriechströme wahrnehmbar sind.

Schaltungen und Prüfdauer für die Spannungsprüfung Tabelle VIII.

Art des Steckkontaktes	Bild	Schaltung	Prüfdauer in Min.
zweipolig		*a)* 1 + 2 gegen Erde *b)* 1 gegen 2 + Erde *c)* 2 gegen 1 + Erde	je 1
dreipolig		*a)* 1 + 2 + 3 gegen Erde *b)* 1 gegen 2 + 3 + Erde *c)* 2 gegen 1 + 3 + Erde *d)* 3 gegen 1 + 2 + Erde	je 1
dreipolig (für Drehrichtungswechsel)		4 = für Drehrichtungswechsel *a)* 1 + 2 + 3 + 4 gegen Erde *b)* 1 gegen 2 + 3 + 4 + Erde *c)* 2 gegen 1 + 3 + 4 + Erde *d)* 3 gegen 1 + 2 + 4 + Erde *e)* 4 gegen 1 + 2 + 3 + Erde	je 1
zweipolig + Erde		3 = Erdpol 3 an Erde legen, dann wie zweipolig prüfen	
dreipolig + Erde		4 = Erdpol 4 an Erde legen, dann wie dreipolig prüfen	
dreipolig + Erde (für Drehrichtungswechsel)	 SEV 632	5 = Erdpol 4 = für Drehrichtungswechsel 5 an Erde legen, dann wie dreipolig (für Drehrichtungswechsel) prüfen	

§ 42.

Prüfung der Kontakterwärmung.

Der gesteckte Steckkontakt wird auf allen Polen während einer Stunde mit dem Wechselstrom (50 Perioden) belastet, mit welchem die Sicherungen gleicher Nennstromstärke höchstens geprüft werden. Trägt ein «Steckkontakt für besondere Zwecke» eine Stromstärkebezeichnung, für welche in den Sicherungsnormalien keine Sicherungen aufgeführt sind, so wird er mit dem maximalen Prüfstrom derjenigen Sicherung geprüft, welche für die nächst höhere Stromstärke in der Tabelle IX angegeben ist. Während dieser Zeit dürfen vorher an den Kontaktstellen des Steckkontaktes angebrachte Tropfen einer bei 90° C schmelzenden Metalllegierung (Rose-Metall) nicht erweichen. Die Schaltung ist aus Fig. 10 ersichtlich. Für die Zuleitungen werden Leiter mit dem nach Tabelle IV und V (siehe § 21) grösstmöglich einziehbaren Querschnitt verwendet.

Die Umgebungstemperatur, bei welcher die Prüfung vorgenommen wird, beträgt 18° ± 3° C.

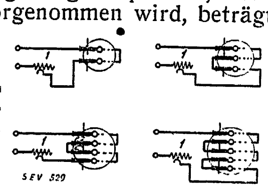


Fig. 10.
Schaltungen für die Prüfung der Kontakterwärmung
1 = regulierbarer Widerstand.

Erläuterung: Steckkontakte für Unterputzmontage werden, wenn dazu passende Unterputzgehäuse mitgeliefert werden, mit diesen Gehäusen geprüft. Werden keine solche Gehäuse mit den Steckkontakten mitgeliefert, so bauen die T. P. die Steckkontakte für diese Prüfung in entsprechende Holzgehäuse ein.

Gemäss den Sicherungsnormalien werden Sicherungen mit den in Tab. IX angeführten Stromstärken geprüft.

Maximaler Prüfstrom von Sicherungen.

Tabelle IX

Nennstrom in A	4	6	10	15	20	25	35	50	60
Prüfstrom in A	8,4	11,4	19	26,2	35	43,8	56	80	96

§ 43.

Prüfung der Berührbarkeit spannungsführender Teile.

Zur Feststellung, ob in der Gebrauchslage, d. h. nach erfolgter Montage, spannungsführende Teile, insbesondere die Kontaktbüchsen, berührbar sind, bedient man sich eines Tastfingers mit elektrischer Kontaktanzeigung, dessen Dimensionen aus Fig. 11 ersichtlich sind.

Die Einführungsöffnungen in Steckdosen für die Stiften von Steckern für 60 A werden der

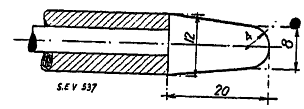


Fig. 11.
Tastfinger.

Prüfung auf Berührbarkeit nicht unterworfen, wenn die Steckdosen einen selbstschliessenden oder verschliessbaren Abschlussdeckel besitzen.

§ 44.

Prüfung der Feuersicherheit und Nichterweichbarkeit.

In das auf Feuersicherheit bzw. auf Feuersicherheit und Nichterweichbarkeit (siehe § 6) zu prüfende Material wird an einer Stelle, welche die T. P. als die ungünstigsten Resultate ergebend erachten, ein Loch von 5 mm Durchmesser gebohrt. Die Bohrung wird mit einer konischen Reibahle 1 : 50 derart ausgerieben, dass ein Stahlkonus mit den in Fig. 12 angegebenen Dimensionen so in die Bohrung passt, dass beidseitig des Isoliermaterials gleich lange Konusstücke herausragen. Der mit einem Thermoelement ausgerüstete Stahlkonus wird sodann durch Stromwärme innerhalb 3 Minuten auf ca. 300° C bzw. 500° C erhitzt, je nachdem auf Feuersicherheit bis 300°, bzw. auf Feuersicherheit und Nichterweichbarkeit bis 500° geprüft werden muss, und während weiteren 2 Minuten auf dieser Temperatur gehalten. Vom Momente der Stromeinschaltung an werden an der Eintrittsstelle des Konus in das Isoliermaterial Funken mittels eines elektrischen Hochfrequenzapparates erzeugt. Dieser Apparat muss mindestens 6 mm lange Funken erzeugen können. Für Material, das auf Nichterweichbarkeit bis 500° geprüft werden muss, wird ausserdem der Stahlkonus vom Momente der Stromeinschaltung an in achsialer Richtung mit 1200 g (inklusive Eigengewicht des Konus) belastet.

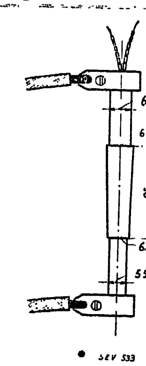


Fig. 12.
Stahl-Konus mit eingebautem Thermoelement für die Prüfung auf Feuersicherheit.

Das Material gilt als bis 300° feuersicher, wenn sich bis zu dieser Temperatur aus dem Material entweichende Gase durch die Funken nicht entflammen lassen.

Das Material gilt als bis 500° feuersicher und nicht erweichbar, wenn sich

1. bis zu dieser Temperatur dem Material entweichende Gase durch die Funken nicht entflammen lassen;
2. der Stahlkonus während der 5minutigen Prüfdauer nicht mehr als 2 mm in achsialer Richtung verschiebt (hervorgerufen durch Eindringen des Konus in das Material und eventuelle Durchbiegung des Materials infolge Erwärmung desselben).

Metalle und Teile aus keramischem Material werden dieser Prüfung nicht unterworfen.

Provisorische Inkraftsetzung der Normalien des S. E. V. für Schalter und Steckkontakte.

Die Verwaltungskommission des S. E. V. und V. S. E. hat auf Antrag der Normalienkommission des S. E. V. und V. S. E. die vorstehend wiedergegebenen Normalien für Schalter und Steckkontakte zum Gebrauch in Hausinstallationen in ihrer Sitzung vom 12. Dezember 1928 genehmigt, die baldmöglichste Veröffentlichung derselben im Bulletin des S. E. V. und die provisorische Inkrafterklärung [1]) auf den 1. Januar 1930 beschlossen.

Diese Normalien werden im Sinne der Hausinstallationsvorschriften verbindlich erklärt. Es dürfen somit gemäss § 308, Absatz 3 dieser Vorschriften des S. E. V. nach dem 31. Dezember 1930 nur noch Schalter und Steckkontakte, die diesen Normalien entsprechen, für Neuanlagen und für Umänderungen verwendet werden.

Normalien zur Prüfung und Bewertung von Schaltern, die der Wärme ausgesetzt sind, und von Steckdosen für Wärmeapparate.

Die Normalienkommission des S. E. V. und V. S. E. hat Entwürfe zu den oben genannten Normalien aufgestellt, die als Anhang zu den im vorliegenden Bulletin veröffentlichten Normalien für Schalter und Steckkontakte von der Verwaltungskommission des S. E. V. und V. S. E. provisorisch in Kraft gesetzt werden sollen. Sie ladet hiermit diejenigen Mitglieder des S. E. V. und V. S. E., die ein spezielles Interesse an den genannten Normalien haben, ein, beim Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E., Seefeldstrasse 301, Zürich 8, Entwürfe zu verlangen und dem Sekretariat ihre eventuellen Aeusserungen bis zum 4. Februar 1929 im Doppel zuzustellen.

---

[1]) Die provisorische Inkrafterklärung erfolgt auf Grund des Beschlusses der Generalversammlung des S. E. V. vom 14. Juni 1925 in Lausanne (siehe Bulletin S. E. V. 1925, S. 259 und S. 436).

Die Farbe von Isolatoren zur Verwendung im Freien.

Zum Bericht der Normalienkommission des S. E. V. und V. S. E. über obigen Gegenstand teilen uns die Vereinigten Hochspannungsisolatorenwerke Berlin im Namen von 12 deutschen Porzellanfabriken [1]) mit Schreiben vom 18. Dezember 1928 mit, dass sie nun Hochspannungsisolatoren für Freileitungen und Innenräume sowohl in weisser, wie auch in brauner Farbe zu gleichen Preisen liefern. Dagegen werden für andere Glasurfarben angemessene Preiszuschläge gemacht.

Ablauf der Einführungsfrist von Normalien für Hausinstallationsmaterial. Wir machen Interessenten darauf aufmerksam, dass die Einführungsfrist der Normalien für Kleintransformatoren (in Kraft gesetzt am 1. Juni 1926) [2]) und für isolierte Leiter (in Kraft gesetzt am 1. Juli 1926) mit dem 31. Dezember 1928 abgelaufen ist. Vom Jahre 1929 an dürfen also gemäss § 308, Absatz 3 der Hausinstallationsvorschriften, nur noch Kleintransformatoren oder isolierte Leiter installiert werden, die diesen Normalien entsprechen.

Für das übrige Hausinstallationsmaterial gelten, so lange keine diesbezüglichen Normalien bestehen, die Vorschriften des S. E. V. für Hausinstallationen [3]) (am 1. Januar 1928 in Kraft gesetzt).

---

[1]) Diese Fabriken sind die folgenden:
Hermsdorf-Schomburg Isolatoren G. m. b. H., Hermsdorf/Thür.
Porzellanfabrik Ph. Rosenthal & Co. A.-G., Berlin.
Porzellanfabrik Teltow G. m. b. H., Teltow b. Berlin.
Porzellanfabrik Hentschel & Müller, Meuselwitz in Thüringen.
Kronacher Porzellanfabrik Stockhardt & Schmidt-Eckert, Kronach/Bayern.
Porzellanfabrik Gebrüder Schoenau, Swaine & Co., G. m. b. H., Hüttensteinach/Thür.
Porzellanfabrik zu Kloster Veilsdorf A.-G., Veilsdorf (Werra).
Porzellanfabrik Joseph Schachtel Aktiengesellschaft, Sophienau, Post Bad Charlottenbrunn/Schlesien.
Gebrüder Heubach A.-G., Porzellanfabrik, Lichte, Post Wallendorf/Thüringerwald.
Vereinigte Köppelsdorfer Porzellanfabriken vorm. Armand Marseille & Ernst Heubach, Köppelsdorf/Thür.
Gebrüder Kühnlenz A.-G., Porzellanfabrik, Kronach in Bayern.
Steatit-Magnesia Aktiengesellschaft, Hochspannungsabteilung, Werk Holenbrunn, in Holenbrunn/Oberfranken.

[2]) Siehe mit Bezug auf Kleintransformatoren Bulletin S.E.V. 1926, No. 5, S. 186 ff.; mit Bezug auf die Leiternormalien Bulletin S.E.V. 1926, No. 6, S. 243 ff., und Bulletin 1928, No. 24, S. 803 u. ff.

[3]) Die genannten Normalien und die Hausinstallationsvorschriften können beim Generalsekretariat des S.E.V. und V.S.E., Zürich 8, Seefeldstrasse 301, bezogen werden.

Vereinsnachrichten.

Die an dieser Stelle erscheinenden Artikel sind, soweit sie nicht anderweitig gezeichnet sind, *offizielle Mitteilungen des Generalsekretariates des S. E. V. und V. S. E.*

Im Verlag des S. E. V. neu erschienene Drucksachen.

a) Die Elektrifizierung der Schweizerischen Bundesbahnen bis Ende 1928. Wie im Bulletin 1928, No. 24, Seite 802, angezeigt, ist das Neujahrsblatt 1929 der Naturforschenden Gesellschaft, Zürich, welches den sehr interessanten Aufsatz von Herrn Dr. ing. E. Huber-Stockar, dipl. Maschineningenieur, Zürich, enthält, nunmehr erschienen und beim unterzeich-

neten Generalsekretariat zum Preise von *Fr. 6.—* (plus Porto) erhältlich. Das vorliegende Werk gibt nach einer Einleitung in 16 Kapiteln Auskunft über den Stand des elektrischen Betriebes, Geschichtliches, Vorbereitung der Elektrifizierung der S. B. B., Baugeschichte, Organisatorisches, Charakteristik und Gesamtanordnung des elektrischen Betriebes und Kraftwerke, Unterwerke, Uebertragungsleitungen und Fahrleitungen, elektrische Fahrzeuge, verschiedene Anlagen, Energie-Haushalt, Betriebserfahrungen und Wirtschaftliches. Eine Karte, 6 Tafeln, 73 photographische Abbildungen und 15 Figuren im Text erläutern in instruktiver Weise den Inhalt dieses Neujahrsblattes.

b) Die Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz, abgeschlossen per Ende 1927 (kleine Ausgabe), ist soeben erschienen. Sie umfasst sämtliche wissenswerten Angaben allgemeiner und technischer Natur der Elektrizitätswerke mit über 500 kW verfügbarer Leistung (d. h. 98,7 % der Totalenergieerzeugung). Die Statistik ist das einzige Werk der Schweiz, welches über die *Stromarten und Spannungen* der verschiedenen Verteilgebiete Auskunft gibt. Der Preis für Mitglieder des S. E. V. beträgt Fr. 5.—, für Nichtmitglieder Fr. 8.— (plus Porto).

c) Normalien zur Prüfung und Bewertung von isolierten Leitern für Hausinstallationen (Leiternormalien). Im Bulletin 1928, No. 24, Seite 803, sind die Aenderungen zu den am 1. Januar 1926 in Kraft getretenen Leiternormalien veröffentlicht worden. Separatabzüge der neuen Normalien (Taschenformat) sind zum Preise von Fr. 1.50 (Mitglieder) und Fr. 2.— (Nichtmitglieder) erhältlich.

d) Normalien zur Prüfung und Bewertung von Schaltern für Hausinstallationen (Schalternormalien). Die vorstehend auf Seite 12 abgedruckten Normalien sind in einigen Tagen zum Preise von Fr. 1.50 (Mitglieder) und Fr. 2.— (Nichtmitglieder) erhältlich (Taschenformat).

e) Normalien zur Prüfung und Bewertung von Steckkontakten für Hausinstallationen (Steckkontaktnormalien). Auch von diesen Normalien, welche auf Seite 24 der vorstehenden Nummer abgedruckt sind, werden in einigen Tagen Separatabzüge im Taschenformat zum Preise von Fr. 1.50 (Mitglieder) und Fr. 2.— (Nichtmitglieder) bezogen werden können.

Sämtliche vorstehend genannten Drucksachen können beim *Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E., Seefeldstr. 301, Zürich 8* (Postscheckkonto VIII 6133) bezogen werden. *Man benütze die der heutigen Nummer beigelegte Bestellkarte.*

Regelmässige Zusendung der vom S. E. V. zur Ausgabe gelangenden Drucksachen. Um den regelmässigen Bestellern von durch den S. E. V. ausgegebenen Separatabzügen wichtigerer Bulletin-Aufsätze und sonstiger Druckschriften (Vorschriften, Normen, Leitsätze usw.) einen Vorzugspreis (10 %) und prompte Zustellung nach Erscheinen zu sichern, nimmt das Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E. (Seefeldstrasse 301, Zürich 8) Anmeldungen für die *regelmässige Zusendung dieser Drucksachen ohne besondere Bestellung* entgegen. Es erscheinen jährlich durchschnittlich 5 bis 10 solcher Publikationen zu einem mittleren Preis von Fr. 1.50 bis 2.—. Die sich zur Eintragung in unsere Versandliste anmeldenden Interessenten wollen gefl. angeben, wie viele Exemplare sie zu erhalten wünschen und ob die Zustellung jeweils gegen Nachnahme oder Rechnungsstellung erfolgen soll. Von dieser Abonnementsgelegenheit macht bereits eine grössere Anzahl Firmen (insbesondere Elektrizitätswerke und Einzelpersonen) Gebrauch. Für die bereits eingetragenen Abonnenten ist eine Erneuerung der Anmeldung nicht nötig.

Energieproduktionsstatistik. Von den erstmals im Bulletin 1927, No. 3, erschienenen und nunmehr regelmässig zur Veröffentlichung gelangenden monatlichen *Zusammenstellungen über die Energieproduktion des Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke* werden jeweils einseitig bedruckte Separatabzüge hergestellt. Das Jahresabonnement für diese Blätter (12 × 2 Abzüge, bei monatlicher Zustellung) kostet Fr. 10.— für Mitglieder des S. E. V. und Fr. 15.— für die übrigen Bezüger. Bestellungen unter gleichzeitiger Anweisung des entsprechenden Betrages auf Postscheckkonto VIII 6133 sind an das Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E., Seefeldstrasse 301, Zürich 8, zu richten.

Einbanddecke für das Bulletin des S. E. V. Der Verlag des Bulletin S. E. V. liefert wie in früheren Jahren wiederum die Einbanddecke für das Bulletin S. E. V. zum Preise von Fr. 2.50. Bestellungen sind direkt an die Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G., Zürich, Stauffacherquai 36/38, zu richten.

Prüfung von elektrischen Kühlschränken. Die zur Anwendung gelangenden Kühlsysteme lassen sich in bezug auf Leistungsaufnahme (Anschlusswert) und Energieverbrauch in zwei Klassen einteilen. Die eine Klasse umfasst vorwiegend die Kühlmaschinen, die auf dem Kompressionsprinzip beruhen. Sie sind gekennzeichnet durch niederen Anschlusswert (ca. 200 Watt) und Energiebezug nach Massgabe des automatischen Temperaturreglers. Zu der andern Klasse gehören die Kältemaschinen nach dem Absorptionsprinzip. Sie weisen einen höhern Anschlusswert (ca. 2 kW) auf, brauchen aber innerhalb 24 Stunden nur ein-, höchstens zweimal eingeschaltet zu werden. Diese Apparate eignen sich deshalb hauptsächlich zur Ausnützung billigen Nacht- eventuell auch Mittagstromes, da sie einerseits bedeutend mehr Energie beziehen, anderseits der Energiebezug und die Kälteerzeugung zeitlich getrennt verlaufen. Von beiden Systemen sind Ausführungen guter Qualität zu haben.

Um jedoch den Werken bei der Entscheidung über die Zulassung des einen oder andern Fabrikates zum Anschluss an ihre Verteilnetze die nötigen Grundlagen zu liefern, welche auch dazu dienen, die Kunden zu beraten, hat sich die *Materialprüfanstalt des S.E.V.* mit der für die Prüfung von Kälteschränken nötigen Versuchseinrichtung versehen, und es sind bereits

einige Fabrikate geprüft oder zur Prüfung angemeldet worden.

Das von der Materialprüfanstalt des S.E.V. aufgestellte Prüfprogramm wurde so entworfen, dass es sinngemäss auf alle vorkommenden Systeme angewendet werden kann. Es bezweckt, über die folgenden Punkte Aufschluss zu gewinnen:

1. elektrische Leistungsaufnahme (Anschlusswert) und Energieverbrauch bei Leerlauf und bei verschiedenen Betriebszuständen;
2. Kühlwasserverbrauch (sofern zum Betrieb des Schrankes Kühlwasser erforderlich ist);
3. Wärmeisolation (d. h. Ermittlung derjenigen Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Aussenraum, die dauernd aufrecht erhalten werden kann);
4. *a)* Betriebssicherheit (Gefahrmoment, das durch unrichtige Bedienung des Apparates entstehen kann);
   b) Begutachtung der elektrischen Ausrüstung in bezug auf Uebereinstimmung mit den geltenden Vorschriften;
5. Kälteproduktion bei verschiedenen Betriebszuständen.

Zur Vermeidung von Unannehmlichkeiten empfehlen wir den Werken angelegentlichst, vor der Entscheidung für das eine oder andere Fabrikat sich vom Verkäufer die Prüfberichte der Materialprüfanstalt des S.E.V. vorlegen zu lassen und, wenn diese noch nicht erhältlich sein sollten, auf die Prüfung des betreffenden Fabrikates durch die genannte Instanz zu dringen.

Der Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (V. S. E.) bietet seinen Mitgliedern nachstehende

Vergünstigungen:

1. 25 % des an die Technischen Prüfanstalten bezahlten Abonnementsbetrages werden für Gratisprüfungen bei der Materialprüfanstalt und Eichstätte des S.E.V. reserviert.
2. Die Glühlampen werden auf Grund von Verträgen mit den Glühlampenfabriken zu Vorzugspreisen abgegeben; jedes Verbandsmitglied kann 20 % der bezogenen Lampen bei der Materialprüfanstalt des S. E. V. *kostenlos* auf Wattverbrauch und Lichtstärke (nicht aber auf Nutzbrenndauer) prüfen lassen.
3. Isolierte Drähte und Kabel aller Art können, nach vorheriger Anmeldung beim Sekretariat, bei den Drahtfabriken zu Vergünstigungspreisen bezogen werden.
4. Sodann hat die Einkaufsabteilung Vorzugsbedingungen für den Ankauf von Isolierrohren für diejenigen Mitglieder erzielt, welche sich beim Sekretariat speziell hiefür anmelden.
5. Die Mitglieder des V. S. E. geniessen auf Grund besonderer Vereinbarungen der Einkaufsabteilung Vergünstigungen beim Ankauf von Heisswasserspeichern.
6. Die Einkaufsabteilung hat Abkommen betr. Ankauf von Transformatoren- und Schalteröl zu Vorzugspreisen abgeschlossen. Das auf Grund dieses Abkommens gekaufte Oel wird vor Ablieferung durch die Materialprüfanstalt des S. E. V. ohne Mehrkosten für den Besteller regelmässig geprüft.
7. Auf Grund eines Gemeinschaftsvertrages des V. S. E. mit fünf schweizerischen Versicherungsgesellschaften werden den Mitgliedern für die Unfall- und Haftpflichtversicherung um mehr als 50 % kleinere Prämienansätze berechnet als den Nichtmitgliedern.
8. Die dem V. S. E. angehörenden Elektrizitätswerke können ihre Installateurkandidaten durch eine vom V. S. E. gemeinsam mit dem Verband Schweiz. Elektroinstallationsfirmen organisierte Stelle auf ihre technischen Kenntnisse hin prüfen lassen.
9. Die V. S. E.-Mitglieder erhalten die alle zwei Jahre erscheinende „Statistik der Elektrizitätswerke" gratis zugestellt.
10. Das Sekretariat (Seefeldstrasse 301, Zürich 8) erteilt gratis und bereitwilligst Auskunft über Fragen sowohl technischer wie wirtschaftlicher Natur.

Die Aufnahme in den V. S. E. setzt die Mitgliedschaft beim Schweiz. Elektrotechnischen Verein und den Abschluss eines Vertrages zur regelmässigen Kontrolle der Anlagen durch das Starkstrominspektorat voraus.

Zinscoupons der 3 und 5 % Hypothekar-Obligationen des S. E. V. Die Inhaber von 3 und 5 % Obligationen werden ersucht, die per 31. Dezember 1928 fälligen Coupons an die Kasse des S. E. V., Seefeldstr. 301, Zürich 8, zu senden, wogegen ihnen die Betreffnisse, unter Abzug von 2 % Couponsteuer, durch die Post überwiesen werden.

Zulassung von Elektrizitätsverbrauchsmesser-systemen zur amtlichen Prüfung und Stempelung.

Auf Grund des Art. 25 des B. G. v. 24. Juni 1909 über Mass und Gewicht und gemäss Art. 16 der Vollziehungsverordnung vom 9. Dezember 1916 betreffend die amtliche Prüfung und Stempelung von Elektrizitätsverbrauchsmessern hat die eidgenössische Mass- und Gewichtskommission das nachstehende Verbrauchsmessersystem zur amtlichen Prüfung und Stempelung zugelassen und ihm die beifolgenden Systemzeichen erteilt:

Fabrikant: *Cie. de construction électrique, Issy-Les Moulineaux (Seine).*

Induktionszähler für Einphasen-Wechselstrom, Form B T, Mod. V.

Bern, den 12. November 1928.

Der Präsident
der eidg. Mass- und Gewichtskommission:
J. Landry.

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke | REDAKTION Zürich 8, Seefeldstr. 301 | Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité

Verlag und Administration | Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G. Zürich 4, Stauffacherquai 36/38 | Editeur et Administration

XX. Jahrgang
XXe Année

Bulletin No. 2

Januar II
Janvier II 1929

Les installations pour l'interconnexion des usines de la Compagnie vaudoise des Forces motrices des lacs de Joux et de l'Orbe et leur jonction avec le réseau de la Société „L'Energie de l'Ouest Suisse“ (E. O. S.).

Par *V. Abrezol*, ingenieur, Lausanne.

621.302.134 (494) + 621.312 (006)

La centrale de la Peuffeyre est reliée d'une part aux deux autres usines de la „Compagnie vaudoise“, Montcherand et La Dernier, d'autre part au réseau de la société „l'Energie de L'Ouest-Suisse“ (E. O. S.). L'auteur décrit les installations techniques nécessitées par l'interconnexion de ces usines et de ces réseaux, en particulier les dispositifs adoptés pour réaliser un échange d'énergie économique et répondant aux clauses des contrats, en ce qui concerne le réglage de la tension et du cos φ. L'article présente en outre une description détaillée des sous-centrales, des postes de couplage et des lignes.

Das Kraftwerk „La Peuffeyre“ ist einerseits mit den beiden andern Kraftwerken der „Compagnie Vaudoise“, Montcherand und La Dernier, anderseits mit dem Netz der „Energie de l'Ouest-Suisse“ (E. O. S.) gekuppelt. Der Autor geht auf die technischen Einrichtungen ein, welche der Zusammenschluss dieser Werke und Netze erforderte, namentlich die zur vertragsgemässen und wirtschaftlichen Durchführung des Energieaustausches nötig gewesenen Einrichtungen für die Spannungs- und cos φ-Regulierung, und beschreibt anschliessend im Detail die Unterwerke, Schaltstationen und Leitungen.

A l'occasion de l'établissement de sa nouvelle usine de la Peuffeyre [1]), la „Compagnie vaudoise“ a procédé à l'étude des installations de liaison entre cette ısine et ses autres centrales de *Montcherand* et de *La Dernier*, de façon à assurer lans les meilleures conditions les échanges éventuels d'énergie entre ces usines.

En particulier elle envisagea la construction d'une ligne à forte capacité de ransport Peuffeyre-Malapalud-Montcherand, pouvant suffire à l'amenée dans son éseau, non seulement de l'énergie produite par la nouvelle usine, mais également l'énergie plus considérable, ceci en prévision du développement ultérieur de ce réseau.

En même temps, la „Compagnie vaudoise“ passait un contrat avec des industriels de Bellegarde (Ain), par lequel, sous réserve de l'autorisation d'exportation écessaire, elle leur assurait la fourniture, pendant une première période de dix ns, d'excédents d'énergie pouvant atteindre 25 millions de kilowattheures par nnée, sous une puissance maximum d'environ 3500 kW. En ce qui concerne le ansport de cette énergie à la frontière franco-genevoise, où les clients de la Compagnie vaudoise“ devaient en prendre livraison, une entente intervint avec Société „l'Energie de l'Ouest Suisse“ (E.O.S.), selon laquelle cette dernière se

1) Voir la description de cette usine dans le Bulletin A.S.E. 1928, No. 20, page 645.

charge de ce transport par sa ligne Romanel-Genève, la livraison de l'énergie de la „Compagnie vaudoise" devant avoir lieu à Romanel au moyen d'une ligne transversale Malapalud-Romanel, branchée sur la ligne de transport principale Peuffeyre-Malapalud-Montcherand.

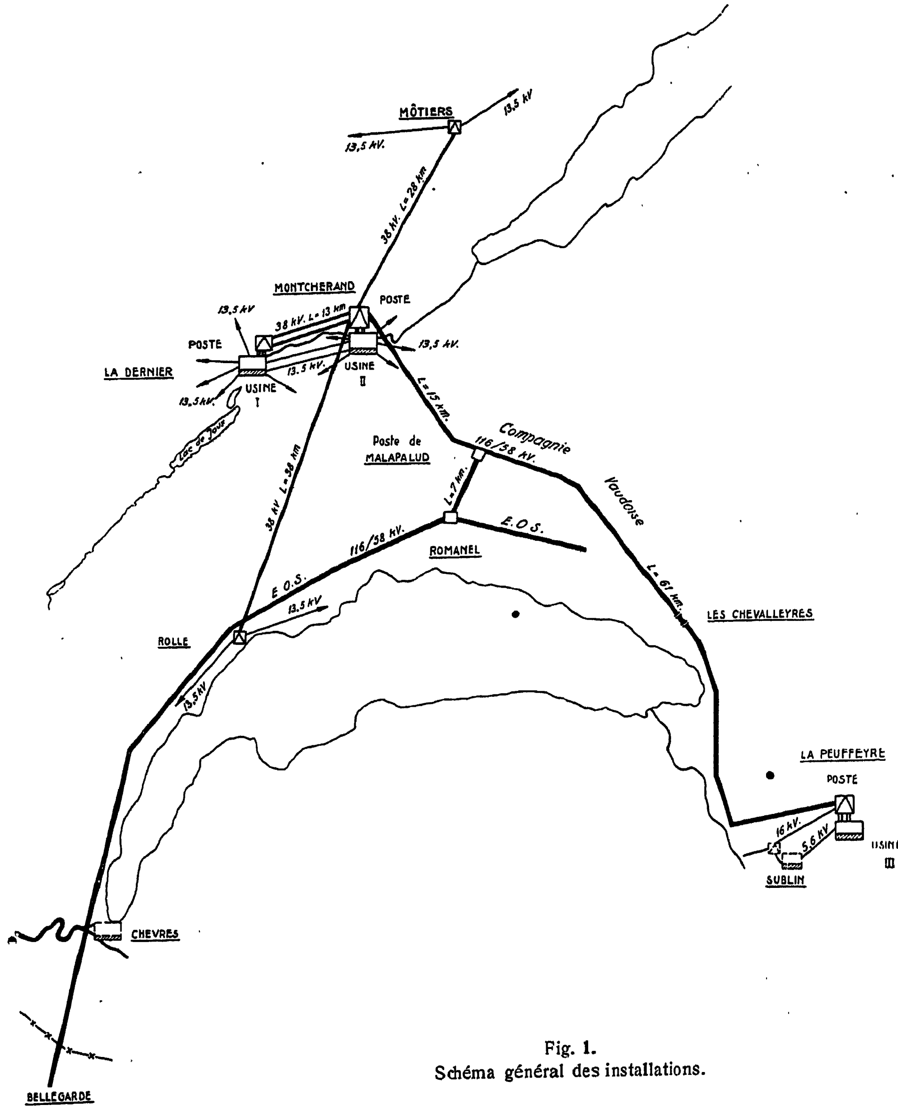


Fig. 1.
Schéma général des installations.

Le contrat passé à cet effet entre la „Compagnie vaudoise" et „E. O. S." spécifie entre autres que la „Compagnie vaudoise" livrera à Romanel sous la tension d'environ 58 kilovolts plus ou moins 3 %, l'énergie qu'elle y fournira à destination de Bellegarde, „E. O. S." se réservant d'ailleurs de porter ultérieurement cette tension à environ 110 à 120 kilovolts. En outre, il est entendu que la „Compagnie vaudoise" organisera ses dispositifs de réglage de telle façon que le facteur de puissance, sous lequel l'énergie est livrée à Romanel, corresponde à celui de la consommation de ses clients, ramené à Romanel, et qui, dans la règle, est garanti par ceux-ci comme devant être d'au moins 0,85 à la frontière franco-genevoise.

Tenant compte des conditions ci-dessus, de même que des autres facteurs à considérer actuellement pour l'interconnexion de ses usines dont les régimes hydrau-

liques sont différents et peuvent se compenser dans une notable mesure, la „Compagnie vaudoise" se donna comme tâche de résoudre le problème suivant:

Combiner un système de réglage tel que l'on puisse réaliser le transport de puissances variables suivant les disponibilités:

a) de la Peuffeyre vers Malapalud-La Dernier, avec marche en parallèle avec le réseau de distribution de la „Compagnie vaudoise";

b) ou inversement de La Da Dernier-Montcherand vers Malapalud-La Peuffeyre, avec marche en parallèle éventuelle avec l'usine de Sublin de la „Société des Forces motrices de l'Avançon";

tout en assurant dans chacun des cas *a)* et *b)* ci-dessus la fourniture à „E. O. S.", par la jonction Malapalud-Romanel, d'une puissance variable sous $\cos\varphi = 0{,}8$ à 0,85.

Les chiffres correspondant à ces échanges sont fixés comme suit:

a) Service d'été. Fourniture par la Peuffeyre de 0 à 11 000 kW dans la ligne Peuffeyre-Malapalud-Montcherand, répartis de la façon suivante:

0 à 4000 kW sur Malapalud-Romanel („E. O. S.") et
0 à 11000 kW sur Malapalud-Montcherand-La Dernier.

b) Service d'hiver. Fourniture par les usines de La Dernier-Montcherand de 0 à 5000 kW dans la ligne Montcherand-Malapalud-Peuffeyre, répartis de la façon suivante:

0 à 3000 kW sur Malapalud-Romanel et
0 à 2000 kW sur Malapalud-Peuffeyre-Sublin.

En outre, il y a lieu de prévoir que la jonction Malapalud-Romanel devra permettre l'échange d'énergie dans les deux sens, c'est-à-dire que la „Compagnie vaudoise" pourra, cas échéant, non pas livrer à E. O. S., mais recevoir de cette Société une puissance variable de 0 à 4000 kW sous $\cos\varphi = 0{,}8$ à 0,85.

Enfin le transport de l'énergie dans la ligne Peuffeyre-Malapalud-Montcherand doit être effectué d'une manière générale sous un facteur de puissance élevé.

Ce problème avec toutes les données complémentaires utiles, notamment avec les caractéristiques de la ligne de transport Peuffeyre-Malapalud-Montcherand et Malapalud-Romanel, fut soumis d'une part aux Ateliers de Construction Oerlikon, d'autre part à la Société Brown, Boveri & Cie., avec mission de présenter des propositions pour les deux solutions suivantes:

1° avec poste spécial de réglage du facteur de puissance sur la jonction Malapalud-Romanel,

2° sans ce poste de réglage spécial, tous dispositifs étant concentrés dans les usines.

Les études faites par les deux maisons, en collaboration avec le service technique de la „Compagnie vaudoise", aboutirent à la présentation de projets et devis approximatifs pour les deux solutions. Après mûr examen et conformément d'ailleurs aux préavis des deux maisons de construction, la „Compagnie vaudoise" adopta la première solution, laquelle comporte l'installation à Malapalud, sur la ligne transversale Malapalud-Romanel, d'un poste de réglage du facteur de puissance avec régulateur d'induction possédant un champ de réglage capable de compenser les variations de tension de la ligne d'„E. O. S." et de celle de la „Compagnie vaudoise" à Malapalud. En effet, cette solution, bien que plus coûteuse que la deuxième, présente sur cette dernière certains avantages, notamment celui d'opérer la jonction entre la ligne de la „Compagnie vaudoise" et celle de la Société „E. O. S." sous forme d'un joint élastique au point de vue de la tension, permettant de conserver aux deux réseaux une certaine indépendance tout en satisfaisant aux conditions fixées dans les contrats de la „Compagnie" avec „E. O. S." pour la fourniture de l'énergie destinée à ses clients de Bellegarde.

Le projet mis à exécution consiste, en principe, dans un réglage à tension constante et égale aux deux extrémités de la ligne Peuffeyre-Montcherand. Cette ligne tra-

vaille donc à chute de tension nulle entre ses deux extrémités, ce qui est favorable pour la marche dans les deux sens. En outre, les fluctuations de tension à Malapalud étant réduites au minimum, il en résulte une diminution sensible de la puissance et en conséquence du coût de l'installation de réglage du facteur de puissance de Malapalud.

Enfin, le calcul démontre que dans la plupart des éventualités de transport envisagées, ce dernier s'effectue sur la plus grande partie de la ligne, soit de la Peuffeyre à Malapalud, avec un cos φ voisin de 1, tandis que le plus petit tronçon, soit celui de Malapalud à Montcherand, est affecté d'un facteur de puissance moins favorable, le courant étant plus ou moins décalé en avant suivant la charge de la ligne entre Malapalud et Montcherand, bien que d'une manière générale ce facteur de puissance demeure encore satisfaisant.

Le réglage à une valeur fixe de la tension aux extrémités de la ligne Peuffeyre-Montcherand a lieu à l'usine de la Peuffeyre au moyen de régulateurs de tension automatiques agissant sur l'excitation des alternateurs, et à Montcherand, à l'aide d'un compensateur synchrone de la puissance de 5000 kVA, installé dans une sous-station importante établie à proximité immédiate de l'usine de Montcherand et organisée simultanément comme poste de transformation, de réglage et de distribution.

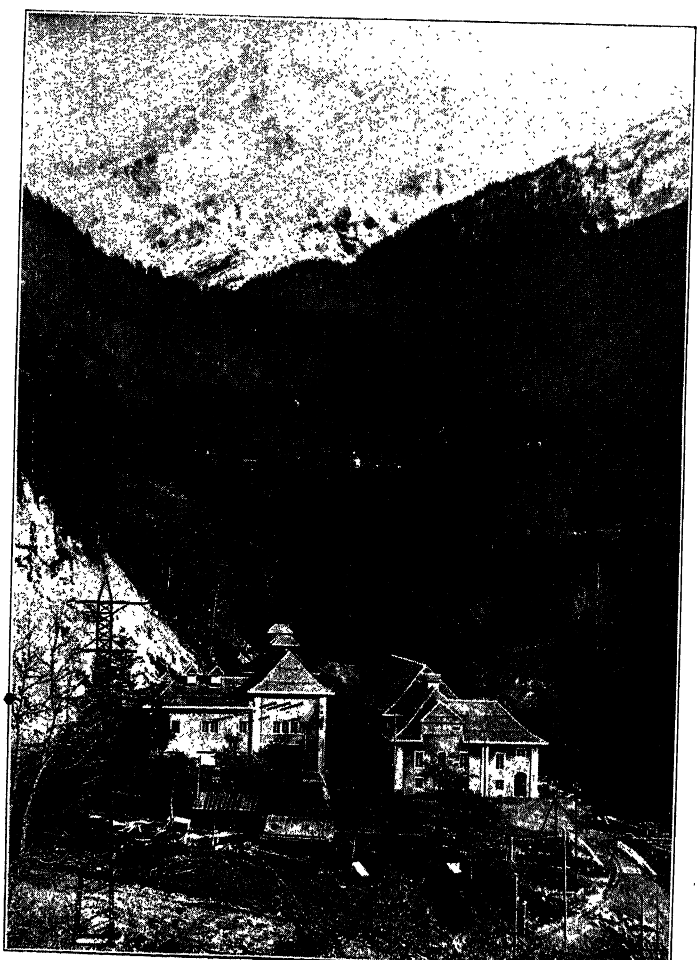


Fig. 2.
Usine et poste de transformation de la Peuffeyre.

La puissance relativement réduite du compensateur synchrone a été fixée en tenant compte de ce qu'en régime dit „d'été“, alors que la ligne Peuffeyre-Montcherand est appelée à transporter dans le réseau de la „Compagnie vaudoise“, la plus grande quantité d'énergie, les alternateurs de l'usine de La Dernier étant disponibles peuvent être utilisés pour la production du courant déwatté nécessaire, concurremment avec ce compensateur synchrone.

L'ensemble des installations de la Peuffeyre, de Malapalud et de Montcherand, permet en résumé de réaliser la marche en parallèle des usines de la „Compagnie vaudoise“ entre elles, de même qu'avec celles du complexe d'„E.O.S.“, tout en assurant à chaque entreprise toute liberté de régler la tension de son propre réseau dans les limites prévues, et cela en satisfaisant en outre aux conditions relatives au facteur de puissance fixées pour l'échange de l'énergie entre les deux entreprises.

Description des installations.

1° *Poste de transformation de la Peuffeyre.*

Nous renvoyons à la description de ce poste figurant dans la monographie de l'usine de la Peuffeyre[2]) et rappelons qu'il est disposé pour recevoir trois transformateurs triphasés de 5000 kVA élevant la tension de 5600 V des alternateurs à 58 000 V (ou ultérieurement 116 000 V) sous fréquence de 50 périodes par seconde, pour le transport de l'énergie par la ligne Peuffeyre-Montcherand.

2° *Ligne Peuffeyre-Malapalud-Montcherand.*

Le projet d'établissement de cette ligne donna lieu à certaines protestations de la part de plusieurs communes de la Vallée du Rhône, en raison de la multiplicité des lignes existant déjà dans cette contrée.

Afin de donner satisfaction aux populations intéressées, la „Compagnie vaudoise" proposa à la Commune de Lausanne, dont la ligne triphasée à 50 000 V était devenue insuffisante pour assurer à elle seule le transport de l'énergie nécessaire à la Ville, de transférer cette ligne dans la région considérée, sur les pylônes de la nouvelle artère, en profitant de cette circonstance pour en doubler la section, tout en s'assurant la possibilité d'augmenter ultérieurement la tension de service.

Cette proposition fut agréée par la Commune de Lausanne, en sorte que la ligne fut établie de Bex à Glion, soit sur une longueur d'environ 20 km, à 2 circuits à 3 conducteurs de cuivre de 100 mm² et corde de protection en acier de 45 mm². Le contrat passé entre les deux entreprises indique que les pylônes et la corde de protection sont la propriété commune des deux parties et que chacune d'elles est propriétaire exclusive d'un circuit de 3 conducteurs y compris les isolateurs.

A Glion, la ligne de la Ville de Lausanne se sépare de la ligne commune et continue sur ses propres supports dans la direction de Lausanne, tandis que la ligne de la „Compagnie vaudoise" se dirige vers Malapalud-Montcherand, avec embranchement Malapalud-Romanel. Toutefois, les pylônes de la ligne de la „Compagnie vaudoise" ont été maintenus pour un équipement à 6 conducteurs de Glion jusqu'aux Chevalleyres, soit sur un tronçon de 6 km, en prévision de leur utilisation possible par la Ville de Lausanne, à l'occasion d'une modification de sa ligne dans cette région. Enfin, les tronçons Malapalud-Romanel et Malapalud-Montcherand ont été également construits avec pylônes à 6 conducteurs, en vue de l'adjonction éventuelle d'un deuxième circuit sur cette partie de la ligne.

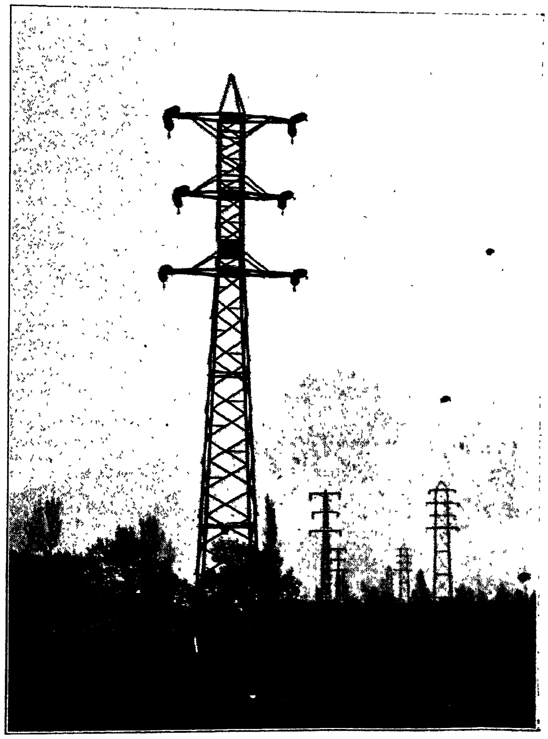


Fig. 3.
Ligne Peuffeyre-Malapalud-Montcherand.
Tronçon commun avec la Ville de Lausanne. On voit à droite la ligne des Chemins de fer fédéraux, puis la ligne de la Ville de Lausanne, remplacée dès lors par un circuit de la nouvelle artère.

La longueur de la ligne Peuffeyre-Montcherand est de 76 km, soit 61 km de la Peuffeyre à Malapalud et 15 km

[2]) Voir Bulletin A.S.E. 1928, No. 20, page 667.

de Malapalud à Montcherand, et celle de l'embranchement Malapalud-Romanel de 7 km, la longueur totale étant ainsi de 83 kilomètres.

Des sectionneurs sont intercalés dans la ligne aux Chevalleyres et à Malapalud, pour permettre d'accélérer la localisation des avaries en cas de perturbations dans le service. En outre, un disjoncteur automatique est installé sur l'embranchement Malapalud-Romanel.

Pylônes: Il y a 8 types normaux de pylônes métalliques, à savoir:

Pour les tronçons à 6 conducteurs:

Pylône tenseur, utilisable pour angles supérieurs à 158°;
Pylône d'angle, pour les angles compris entre 144° et 158°;
Pylône porteur normal calculé pour portées moyennes de 250 m;
Pylône porteur renforcé, pour les portées supérieures à 250 m; et utilisable aussi pour les traversées de chemins de fer.

Pour les tronçons à 3 conducteurs:

Pylône tenseur, utilisable pour les angles supérieurs à 147°;
Pylône d'angle, pour les angles compris entre 138° et 147°;
Pylône porteur normal, calculé pour portées moyennes de 250 m;
Pylône porteur renforcé, pour les portées supérieures à 250 m; et utilisable aussi pour les traversées de chemins de fer.

Il a été construit en outre, pour des cas particuliers de croisements avec d'autres lignes, quelques types spéciaux, dérivés d'ailleurs des types normaux, mais de hauteur réduite ou légèrement augmentée.

Les pylônes ont été livrés par les Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey S. A., lesquels, sur demande de la „Compagnie vaudoise", ont confié la construction d'un certain nombre de ces supports aux Ateliers Zwahlen, à Lausanne, ainsi qu'à deux abonnés de la „Compagnie vaudoise", MM. Ernst & Fils et M. Stadlin, constructeurs à Morges.

La peinture des pylônes a été faite à la „Damboline" couleur vert-olive, appliquée à raison d'une couche sur deux couches de minium.

Tous les pylônes sont reliés à la terre au moyen de rubans de tôle galvanisée, entourant le socle de béton.

Fondations. Les fondations des pylônes sont toutes en béton massif, calculées suivant la méthode préconisée par M. Sulzberger, ingénieur au Département fédéral des chemins de fer[3]).

Un ancrage spécial, noyé dans le béton, sert à l'assujettissement de chaque pylône au moyen de pièces de serrage et de boulons. Dans la région d'Yvorne, vu la très mauvaise qualité du terrain, il a été nécessaire d'asseoir les fondations de 4 pylônes sur des pilotages.

Isolateurs et fixation des conducteurs. L'isolation de la ligne est assurée par des chaînes d'isolateurs type „Motor" de 290 mm de hauteur, avec cape métallique.

Les isolateurs ont été livrés avec les garanties suivantes:

Résistance mécanique à la traction: 4500 kg.
Résistance électrique: la tension d'éclatement pour une chaîne de 3 isolateurs est de 325 kV à sec et de 220 kV sous une pluie de 2,5 mm par minute, à 45° C d'inclinaison.

Le lacet appartenant à la Compagnie vaudoise a été équipé d'emblée pour la tension de 120 kV, avec chaînes de suspension de 3 éléments et chaînes d'amarrage de 4 éléments.

Sur le tronçon Bex-Glion, le lacet de la Commune de Lausanne, à 50 kV, a été équipé, pour le moment, avec chaînes de suspension de 2 éléments et chaînes d'amarrage de 3 éléments.

Sur les pylônes porteurs renforcés utilisés aux traversées des chemins de fer, les câbles sont suspendus par des chaînes doubles disposées en „semi-amarrage".

[3]) Voir Bulletin A. S. E. 1927, No. 6, page 337 et suiv. (Réd.)

Les isolateurs ont été livrés par la Fabrique de porcelaine de Rosenthal et par la Fabrique de porcelaine „Norden S. A.“, à Copenhague.

Les pièces de fixation des conducteurs aux isolateurs ont été livrées par la Société Anonyme des Aciéries ci-devant Georges Fischer, à Schaffhouse.

Conducteurs. Les conducteurs de cuivre, de 100 mm² de section, sont composés de 19 brins de 2,59 mm de diamètre, avec résistance à la rupture par traction de 44 à 46 kg par mm².

La corde de protection en acier galvanisé, de 45 mm de section, est composée de 7 brins de 2,87 mm de diamètre, avec charge de rupture à la traction de 120 kg par mm².

Les flèches de pose des conducteurs de cuivre ont été calculées de façon qu'à 0° C, avec surcharge de neige de 2 kg par mètre courant, la traction des câbles ne dépasse pas la limite d'étirage, soit 2800 kg.

Pour le câble d'acier, il a été admis à 0° C, avec surcharge de neige de 2 kg par mètre courant, la même flèche que celle des câbles de cuivre, les conditions de sécurité étant d'ailleurs remplies.

Les jonctions des câbles de cuivre en pleine portée sont assurées par des manchons de raccordement „Von Tobel“, tandis que pour le câble d'acier il a été utilisé des raccords du type employé par les C.F.F.

Tous les câbles ont été livrés par la S.A. des Câbleries et Tréfileries, à Cossonay-Gare.

Divers. Sur trois tronçons particulièrement accidentés, les câbles ont été posés avec des flèches supérieures à celles calculées suivant les indications ci-dessus, de façon à permettre une répartition des supports évitant de trop grandes portées.

La portée la plus grande de la ligne est celle de 580 m, au travers du ravin de la Veveyse. Cette portée est comprise entre deux pylônes tenseurs auxquels les conducteurs ont été amarrés au moyen de doubles chaînes d'isolateurs.

3° *Poste de Montcherand.*

Cette station est constituée par un bâtiment en maçonnerie, de forme quasi rectangulaire, d'environ 39 m de longueur, sur 19 m de largeur, établi sur un terrain dominant l'usine de Montcherand et à proximité immédiate de celle-ci. Elle est le point de jonction des usines de La Dernier, de Montcherand et de la Peuffeyre appartenant à la „Compagnie Vaudoise“. La liaison avec l'usine de La Dernier, distante d'environ 13 km, a lieu au moyen de deux lignes triphasées aériennes à la tension



Fig. 4.
Usine et poste de Montcherand. Côté arrivée de la ligne à 120 kV.

de 40000 V, celle avec l'usine voisine de Montcherand se fait par deux lignes triphasées en câbles souterrains à 13500 V, enfin celle avec l'usine de la Peuffeyre a lieu au moyen de la ligne triphasée aérienne à 60000/120000 V décrite dans la présente notice.

Le poste de Montcherand sert également de centre de distribution pour les feeders à 40000 V alimentant certaines régions du réseau de la „Compagnie vaudoise". Le circuit à 13500 V est en outre aménagé pour recevoir l'équipement de quelques nouveaux départs de lignes à cette tension, tous les départs disponibles à l'usine de Montcherand étant déjà occupés. (Fig. 4 et 5.)

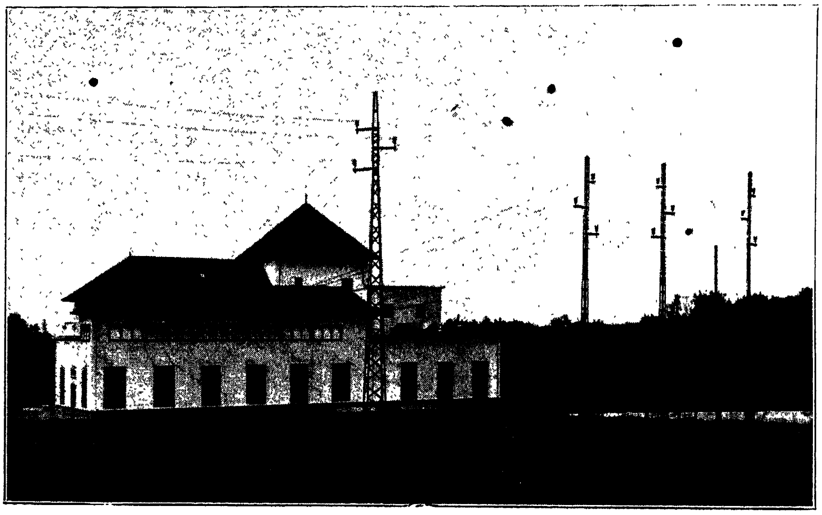


Fig. 5.
Poste de Montcherand. Côté des départs à 40 kV.

Cette installation comprend principalement les organes suivants:

1. *Les transformateurs* nécessaires pour abaisser, d'une part, la tension de 58000 V (ou ultérieurement 116000 V) de la ligne de transport Peuffeyre-Montcherand à celle d'environ 13500 V des alternateurs de l'usine de Montcherand et du réseau de la „Compagnie vaudoise"; d'autre part, pour produire la tension d'environ 40000 V, des lignes de jonction entre les usines de Montcherand et de La Dernier, de même que des feeders de distribution importants. (Fig. 6.)

Cette double transformation a été réalisée au moyen de transformateurs à triple enroulement $13500/40000/\frac{58000}{116000}$ V, dans lesquels l'enroulement à la plus haute tension est composé de deux parties pouvant être mises en parallèle ou en série, selon que la tension de 58000 ou 116000 V sera appliquée à la ligne de transport Peuffeyre-Montcherand. (Fig. 7.)

Bien que le bâtiment ait été établi d'emblée pour recevoir trois transformateurs, il a été installé pour le début seulement deux de ces appareils de 5000 kVA chacun. Il s'agit de transformateurs à bain d'huile et à ventilation naturelle par circulation automatique de l'huile dans des radiateurs fixés tout autour de la cuve. Les enroulements sont constitués par des bobines circulaires avec spires d'entrée à isolation renforcée. Afin de parer aux effets mécaniques des courts-circuits sur ces enroulements, ces derniers sont maintenus par un dispositif à ressort, empêchant toute dislocation éventuelle des bobines.

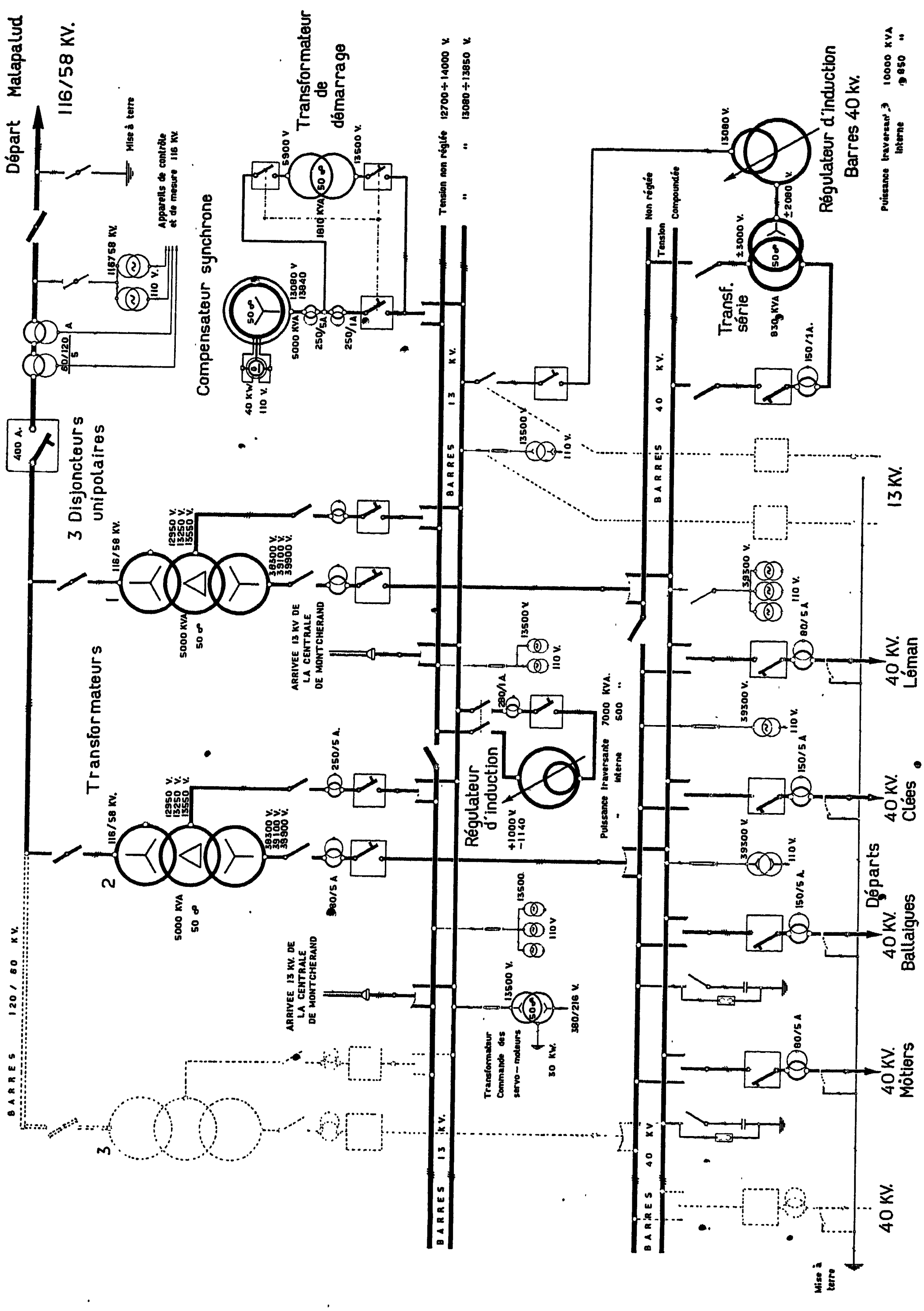


Fig. 6. — Poste de Montcherand. Schéma général.

Les caractéristiques essentielles de ces transformateurs sont les suivantes:
Puissance de chaque enroulement 5000 kVA
Fréquence 50 pér/sec.
Rapports de transformation à vide: primaire 116/58 kV; secondaire 38300/39500/39900 V; tertiaire 12950/13250/13550 V.
Couplage primaire en étoile avec point neutre sorti. Couplage secondaire en étoile. Couplage tertiaire en triangle.

Perte dans le cuivre	à pleine charge
primaire	30 kW
secondaire	19 kW
tertiaire	21 kW
Pertes dans le fer	40 kW

L'essai d'isolement a été effectué suivant les normes de l'„Association Suisse des Electriciens".

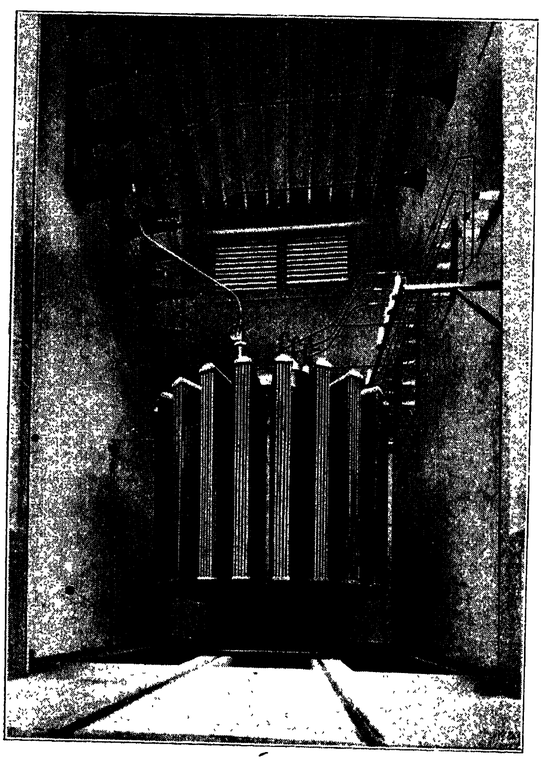


Fig. 7.
Poste de Montcherand.
Transformateur triphasé de 5000 kVA à triple enroulement.

Le poids d'un de ces transformateurs avec l'huile est de 48 T.

2. *Un compensateur synchrone,* pour courant tryphasé à 50 pér/sec. branché sur le circuit à 13500 V des transformateurs et dont l'excitation est réglée par un dispositif automatique, agissant lui-même selon la tension de la ligne à 58000 V (116000 V), de façon à maintenir constamment cette tension à une valeur fixe. (Fig. 8.)

Cette machine est du type à ventilation forcée. Sa carcasse est fermée par rapport à la salle des machines, l'air frais étant aspiré du dehors par un canal spécial et refoulé à l'extérieur par un autre canal, après passage et échauffement à travers la machine. Sa puissance est de 5000 kVA sous cos $\varphi = 0$. Elle tourne à la vitesse de 750 tours à la minute. La tension appliquée à l'induit est d'environ 13500 V.

L'excitatrice montée en bout d'arbre est dimensionnée pour une puissance de 40 kW et produit le courant continu sous la tension de 110 V. Elle est munie de pôles de réglage, en vue d'éviter l'emploi d'un rhéostat de champ principal. Les pertes du compensateur synchrone sont d'environ 90 kW à vide et 180 kW en charge.

Le démarrage de cette machine s'opère comme moteur asynchrone, en appliquant à l'induit une tension réduite par intercalation momentanée dans le circuit de cette machine d'un transformateur avec rapport de transformation de 13500 à 5900 V. Une fois atteinte la vitesse de régime, le transformateur de démarrage est court-circuité et la pleine tension de 13500 V appliquée à l'induit.

L'excitation de l'excitatrice est réglée au moyen d'un dispositif à action rapide, commandé lui-même selon la tension de la ligne à 58000 V, de façon à maintenir cette dernière à une valeur constante.

3. *Un régulateur d'induction* pour courant triphasé à 50 périodes par seconde, branché entre le circuit réglé à environ 13500 V des transformateurs principaux et le circuit à tension variable de 12700 à 14000 V des alternateurs de l'usine de Montcherand, suivant la charge du réseau de distribution de la „Compagnie vaudoise". Il est dimensionné pour une puissance traversante de 7000 kVA et une puissance interne de 500 kVA. Ses pertes sont approximativement les suivantes:

à 0	à 1/2	à 3/4	à 4/4 de charge
11 kW	14,5 kW	18 kW	22 kW

Ce régulateur est du type à axe vertical, à bain d'huile, avec cuve à parois ondulées pour refroidissement naturel par l'air. Il est actionné par un petit moteur asynchrone triphasé, dont le sens de rotation est commandé automatiquement par un régulateur à action rapide avec résistance d'ajustage.



Fig. 8.
Poste de Montcherand. Compensateur synchrone de 5000 kVA, 13,5 kV et régulateurs d'induction à 13,5 kV et 40 kV.

Ce régulateur d'induction a essentiellement pour but de limiter l'action du compensateur synchrone à la fourniture du courant déwatté nécessaire à la ligne Montcherand-Peuffeyre, à l'exclusion de celui absorbé par le réseau de distribution à 13500 V de la „Compagnie vaudoise". En effet, il travaille constamment sous $\cos \varphi = 1$ et empêche que le compensateur synchrone contribue à la livraison du courant déwatté pour le réseau à 13500 V. Cette disposition correspond en effet à l'utilisation la plus rationnelle de l'installation, dans les différentes conditions de marche envisagées.

Toutefois, il est toujours possible de court-circuiter ce régulateur d'induction, soit de relier directement les deux circuits à 13500 V, lorsqu'il peut être utile de soulager les alternateurs des usines de Montcherand d'une partie du courant déwatté nécessaire pour le réseau de distribution, s'il n'en resulte pas une surcharge du compensateur synchrone; mais dans ce cas, le réglage de la tension nécessite naturellement un ajustage à la main, qui est évité lorsque le régulateur d'induction est intercalé.

4. *Un régulateur d'induction* pour courant triphasé à 50 pér/sec, branché entre le circuit réglé à environ 40000 V des transformateurs principaux et le circuit de départ des feeders alimentant le réseau sous une tension du même ordre, mais variable proportionnellement à l'intensité débitée par ces feeders. La tension d'excitation de ce régulateur est celle d'environ 13500 V des transformateurs, tandis que la tension de départ est variable de moins 2080 à plus 2080 V, et vient par l'intermédiaire d'un transformateur-série s'ajouter ou se retrancher de la tension du circuit fixe à environ 40000 V. (Fig. 6.)

Cet appareil est calculé pour une puissance traversante de 10000 kVA et une puissance interne de 850 kVA. Comme le précédent, il est commandé par un petit

moteur triphasé, soumis lui-même à l'action d'un régulateur automatique agissant suivant la quantité débitée sur le circuit des feeders.

Tous les appareils ci-dessus sont munis de thermomètres à cadran avec contact électrique et dispositif avertisseur à l'usine de Montcherand en cas de suréchauffement de l'huile.

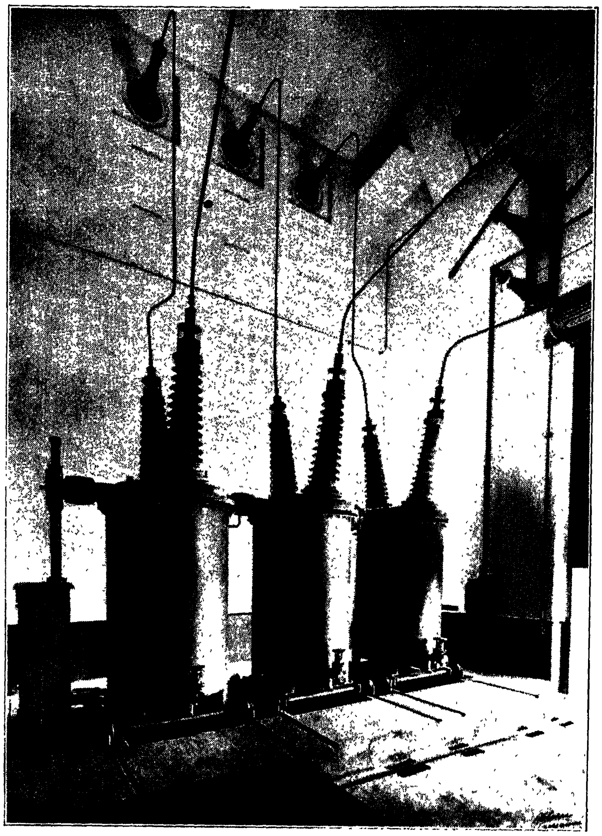


Fig. 9.
Poste de Montcherand. Disjoncteur principal à 120 kV.

5⁰ *L'appareillage* des circuits à 58000/116000 V, 13500 V et 40000 V. L'arrivée de la ligne à 58000/116000 V de la Peuffeyre a lieu dans un local spécial comprenant, outre les transformateurs de tension et d'intensité desservant les appareils de mesure et le dispositif de commande du compensateur synchrone, un disjoncteur principal du type 120000 V et 400 A, composé de trois interrupteurs, unipolaires en bain d'huile, avec résistances de protection montées à l'intérieur des cuves. Cet appareil est construit pour une puissance de rupture de 1000000 kVA. Son enclenchement a lieu par moteur à courant continu actionné depuis le tableau de commande de l'usine de Montcherand. En ce qui concerne son déclenchement, il est provoqué par envoi de courant continu dans un électro-aimant. L'envoi de ce courant auxiliaire a lieu soit à la main dès l'usine de Montcherand, soit automatiquement par l'intermédiaire de relais à action directe montés sur les bornes de chacun des transformateurs de 5000 kVA du poste. Cette disposition des relais a l'avantage de protéger chaque transformateur séparément contre les surintensités, au moyen du seul disjoncteur principal et d'éviter ainsi l'installation de disjoncteurs coûteux dans le circuit primaire de chacun de ces transformateurs. Des sectionneurs disposés à l'entrée de la ligne dans le poste permettent de la mettre à la terre lors des réparations. D'autres sectionneurs sont intercalés dans les circuits des transformateurs de mesure, de même que dans ceux des transformateurs à 5000 kVA. Ces sectionneurs sont tripolaires et à commande par tringle. (Fig. 9 et 10.)

Les circuits à 13500 V et 40000 V sont constitués principalement par deux doubles jeux de barres collectrices occupant deux à deux les deux côtés du couloir central de la salle de l'appareillage. Chacun de ces jeux de barres peut être relié par l'intermédiaire de disjoncteurs et de commutateurs aux circuits de tension correspondante des transformateurs. (Fig 11.)

De même on peut brancher à volonté sur l'un ou l'autre des jeux de barres à 13500 V les lignes de jonction du poste avec l'usine de Montcherand ainsi que

le compensateur synchrone. Enfin les feeders à 40 kV peuvent être également connectés sur l'un ou l'autre des jeux de barres à voltage équivalent. (Fig. 6.)

Quant aux régulateurs d'induction, ils sont intercalés comme cela est indiqué plus haut, l'un entre les deux jeux de barres à 13500 V et l'autre entre les deux jeux de barres à 40000 V. Enfin, des sectionneurs sont disposés dans les deux jeux de barres, de part et d'autre des arrivées des transformateurs, de même que des deux lignes à 40000 V reliant les usines de Montcherand et de La Dernier, dans le but de permettre de séparer complètement, si on le désire, le service du réseau de distribution proprement dit de la „Compagnie vaudoise" de celui fonctionnant en parallèle avec le réseau de la Société „E. O. S.", par l'intermédiaire de la ligne Montcherand-Malapalud-Peuffeyre.

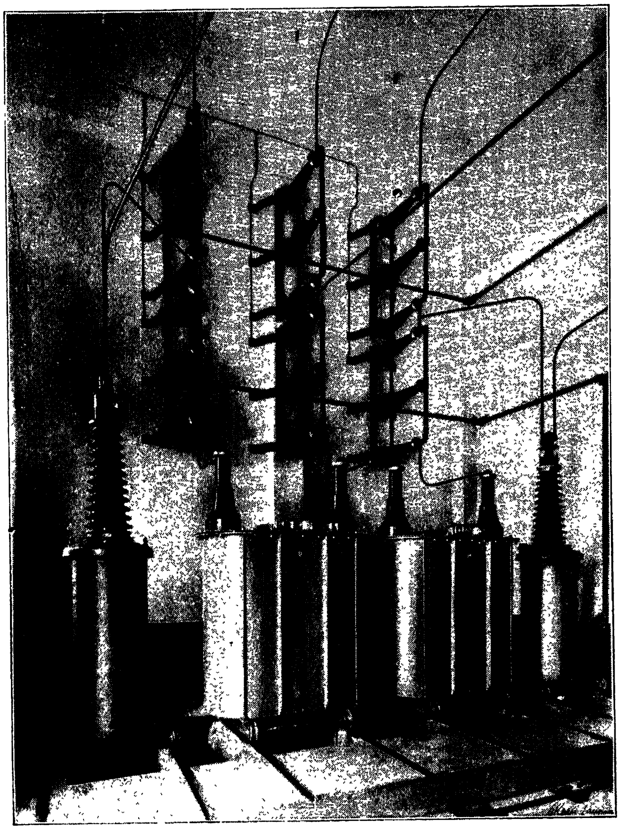


Fig. 10.
Poste de Montcherand. Transformateurs de mesure sur arrivée à 120 kV.

Tout l'appareillage à 13500 et à 40000 V est installé dans des cellules aménagées de part et d'autre du couloir central du poste. La commande des interrupteurs peut avoir lieu soit à la main, au moyen des volants disposés dans les parois latérales de ce couloir, soit électromagnétiquement et à distance, au moyen du courant produit par les excitatrices de l'usine de Montcherand.

Enfin, ces interrupteurs sont munis de relais à action directe provoquant leur déclenchement automatique en cas de surintensité. Les appareils de commande à distance et de signalisation, ainsi que tous les instruments de mesure pour le poste de Montcherand, sont concentrés sur une série de panneaux disposés en pupitres et montés sur le podium de commande de l'usine génératrice de Montcherand. Seuls les appareils de commande à distance et de mesure pour le compensateur synchrone, ainsi que pour les deux régulateurs d'induction de poste, ont été montés sur un tableau spécial établi à proximité de ces machines dans le poste même.

Les panneaux installés dans l'usine sont au nombre de neuf, comportant l'appareillage suivant:

Panneaux 1, 2 et 3 pour les trois transformateurs principaux de 5000 kVA (dont un reste inoccupé pour le moment):

a) la manette de commande du disjoncteur à 13500 V,
b) la manette de commande du disjoncteur à 40000 V,
c) un voltmètre pour le circuit . . . . à 40000 V,

d) un ampèremètre pour le circuit . . . à 40000 V,
e) un ampèremètre pour le circuit . . . à 13500 V.

Panneau 4, pour les deux départs souterrains à 13500 V reliant l'usine de Montcherand avec le poste:

a) la manette de commande du disjoncteur du 1[er] dép.,
b) la manette de commande du disjoncteur du 2[e] dép.,
c) l'ampèremètre correspondant au 1[er] départ,
d) l'ampèremètre correspondant au 2[e] départ.

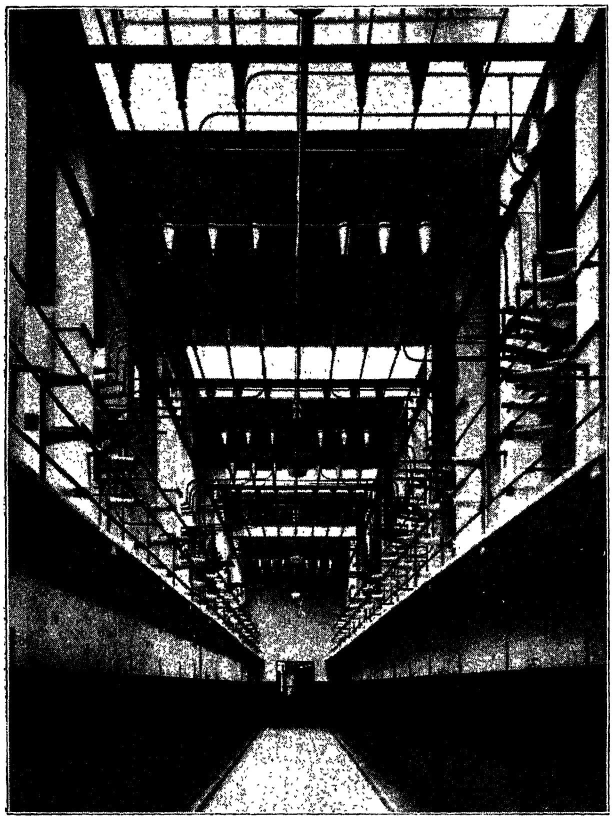


Fig. 11.
Poste de Montcherand. Vue du couloir central.

Panneau 5, pour l'arrivée de la ligne à 58000/116000 V de la Peuffeyre, ainsi que pour le synchroniseur automatique:

a) la manette de commande du disjoncteur principal à 120 kV,
b) un wattmètre indiquant la puissance fournie sur la ligne,
c) un voltmètre avec les fiches permettant son branchement sur les phases 1, 2 ou 3 de la ligne,
d) un synchroniseur automatique avec un tableau complet des fiches nécessaires pour pouvoir effectuer la mise en parallèle automatique des diverses usines entre elles suivant toutes les combinaisons possibles et à travers l'un ou l'autre des transformateurs principaux de l'usine de Montcherand.

Panneaux 6 et 7, pour les départs de quatre feeders à 40 kV partant actuellement du poste de Montcherand:

a) les manettes de commande des disjoncteurs de deux feeders,
b) un jeu de trois ampèremètres pour chacun de ces feeders.

Panneaux 8 et 9, en réserve pour les extensions éventuelles.

Enfin, un tableau spécial porte un ampèremètre et un phasemètre pour le compensateur synchrone, un poussoir déterminant l'arrêt du compensateur, ainsi que tous les appareils de signalisation pour le poste. Ces derniers agissent sur onze clapets actionnant une sirène et fonctionnent notamment en cas de suréchauffement de l'huile dans les transformateurs principaux, dans les régulateurs d'induction et dans les paliers du compensateur synchrone.

La fourniture et l'installation de toute la partie électrique du poste de Montcherand ont été effectuées par la Société Brown, Boveri & Cie., à Baden.

4⁰ *Poste de Malapalud.*

Ce poste, du type dit „Plein Air“, est situé au point de branchement, sur la ligne à 58/116 kV Peuffeyre-Montcherand, de la dérivation Malapalud-Romanel, formant la jonction entre la ligne de la „Compagnie vaudoise“ et l'artère de même voltage Fully-Romanel-Genève, de la Société „Energie de l'Ouest Suisse“ (E.O.S.).

Ce poste comprend l'installation nécessaire pour régler automatiquement le facteur de puissance sous lequel l'énergie est échangée entre la „Compagnie vaudoise“ et la Société „E.O.S.“. En outre, il comporte un disjoncteur général de 120 kV à forte capacité de rupture, ainsi que les appareils de mise en parallèle nécessaires, pour opérer la jonction entre les réseaux des deux entreprises.

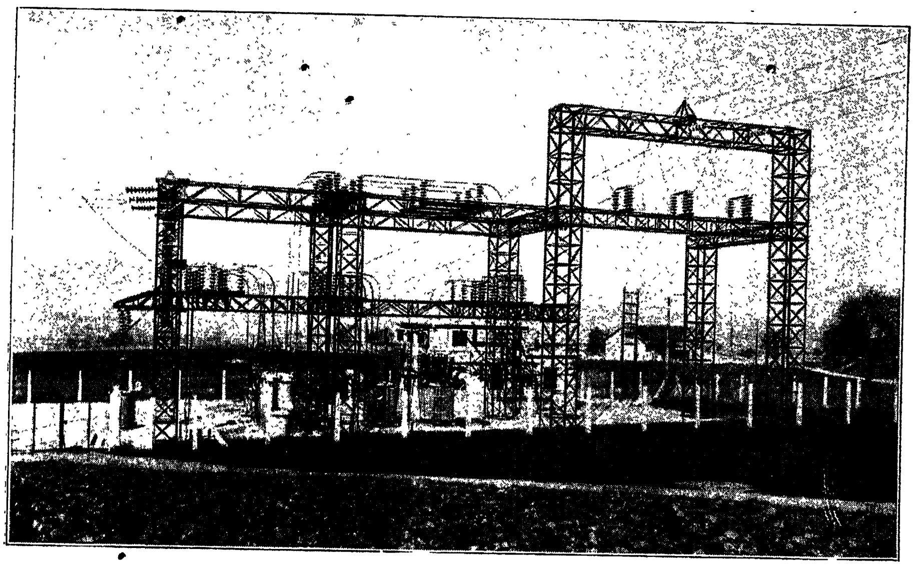


Fig. 12.
Poste de Malapalud. Vue générale.

Le réglage du facteur de puissance a lieu au moyen d'un régulateur d'induction triphasé simple, en bain d'huile, à refroidissement naturel, construit pour une puissance apparante des 4700 kVA et une puissance interne de 325 kVA. Le servo-moteur de cet appareil est commandé lui-même par un régulateur de $\cos\varphi$ du système Oerlikon, de façon à maintenir constamment le facteur de puissance dans la ligne Malapalud-Romanel à une valeur déterminée et ajustable à volonté.

Ce régulateur d'induction, y compris le régulateur de $\cos\varphi$ et l'appareillage correspondant, de même qu'une petite batterie d'accumulateurs avec un redresseur de courant et le tableau de commande et des instruments de mesure, sont seuls placés dans un petit bâtiment en maçonnerie, tandis que tout l'appareillage à 120 kV est monté en plein air.

Le régulateur d'induction est branché sur la ligne à 58/116 kV Malapalud-Romanel, par l'intermédiaire de deux transformateurs, soit:

a) Un transformateur d'excitation triphasé en bain d'huile, à refroidissement naturel, d'une puissance de 360 kVA, avec rapport de transformation de 116000 à 500 V ou 50000 à 500 V, pour l'alimentation du rotor du régulateur. Ce transformateur comprend également un enroulement fournissant, sous une tension de 100 V, le courant nécessaire pour l'alimentation du régulateur de $\cos\varphi$ et des instruments de synchronisation.

b) Un transformateur série triphasé en bain d'huile à refroidissement naturel, d'une puissance de 410 kVA, avec rapport de transformation de 2870 V à 335 V, pour l'alimentation du stator du régulateur.

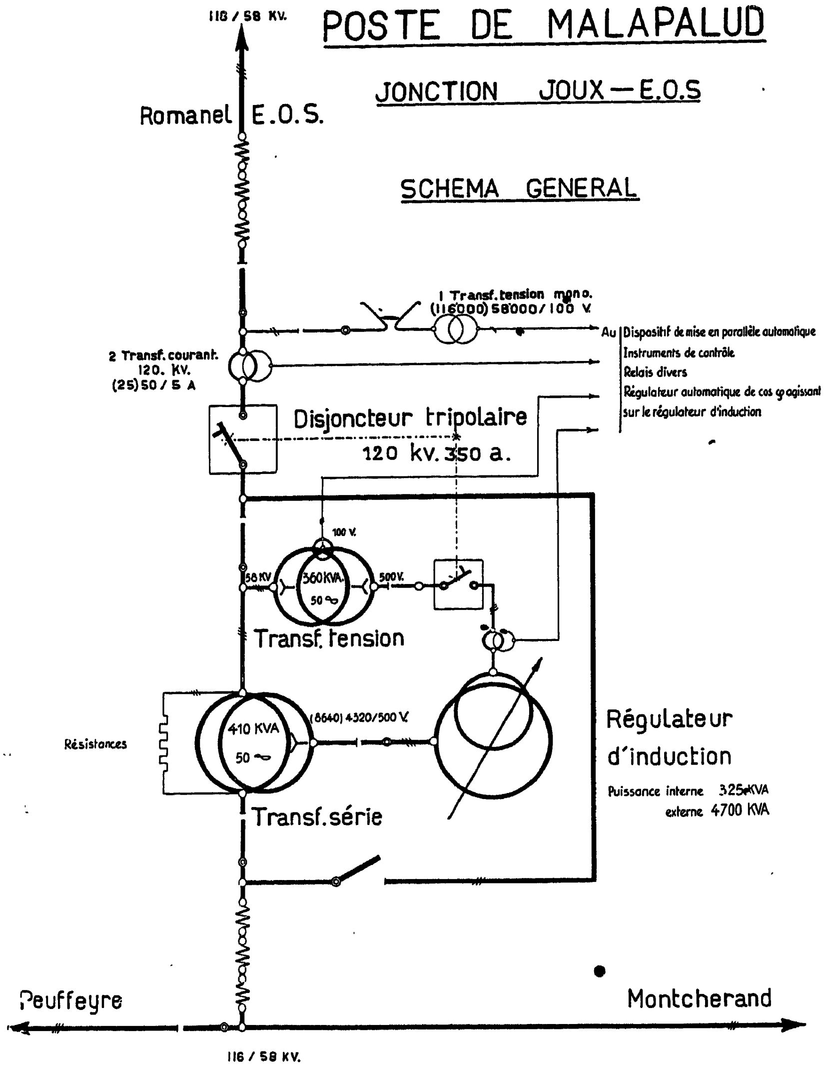


Fig. 13.
Schéma du poste de Malapalud.

L'installation extérieure comprend en outre:

c) Un disjoncteur principal tripolaire, en bain d'huile, du type de 350 A, avec capacité de rupture en court-circuit de 3200 A, constitué par trois interrupteurs unipolaires reliés mécaniquement entre eux. Cet appareil est muni d'une résistance de choc et est commandé à distance par un servo-moteur à courant alternatif monophasé à 380 V, 50 périodes. Le déclenchement a lieu sous courant maximum par trois relais série directs, à réglage d'intensité, montés à l'intérieur des cuves et agissant sur trois relais à réglage à temps placés dans la boîte de commande. La bobine de déclenchement est alimentée par du courant continu à environ 40 V fourni par une batterie d'accumulateurs.

Ce disjoncteur est verrouillé électriquement avec celui du rotor du régulateur d'induction, de façon que ce soit le disjoncteur principal qui déclenche le premier, faisant ensuite déclencher le disjoncteur du rotor. Les pertes totales dans le régulateur et ses deux transformateurs sont, à vide, de 17 kW et en pleine charge d'environ 37 kW.

d) Un transformateur de tension monophasé en bain d'huile, construit pour un rapport de 116000 à 100 V ou 58000 à 100 V, pour l'alimentation des appareils de synchronisation (fréquencemètre, voltmètre à zéro, voltmètre à deux échelles, relais de mise en parallèle automatique).

e) Deux transformateurs d'intensité en bain d'huile avec rapport de 25/5 A et 50/5 A, suivant que l'exploitation a lieu à 116 ou 58 kV, pour l'alimentation du régulateur de cos φ, ainsi que d'un ampèremètre, d'un wattmètre, et d'un phasemètre.

Ainsi que l'indique le schéma de ce poste, un système de barres en by-pass et de sectionneurs tripolaires, permet de mettre hors circuit l'installation complète de réglage du facteur de puissance et d'effectuer, en cas d'avarie de celle-ci, la jonction directe entre la ligne de la „Compagnie vaudoise" et celle d'„E. O. S." à travers le disjoncteur principal.

Conformément aux normes de „l'Association Suisse des Electriciens", tous les appareils à 120 kV ont subi en fabrique un essai d'isolement sous la tension de 241 kV appliquée pendant une minute.

Les dispositifs de commande des disjoncteurs, les appareils de mise en parallèle, ceux de réglage du facteur de puissance et les instruments de mesure et de contrôle sont montés sur un tableau à l'intérieur du petit bâtiment.

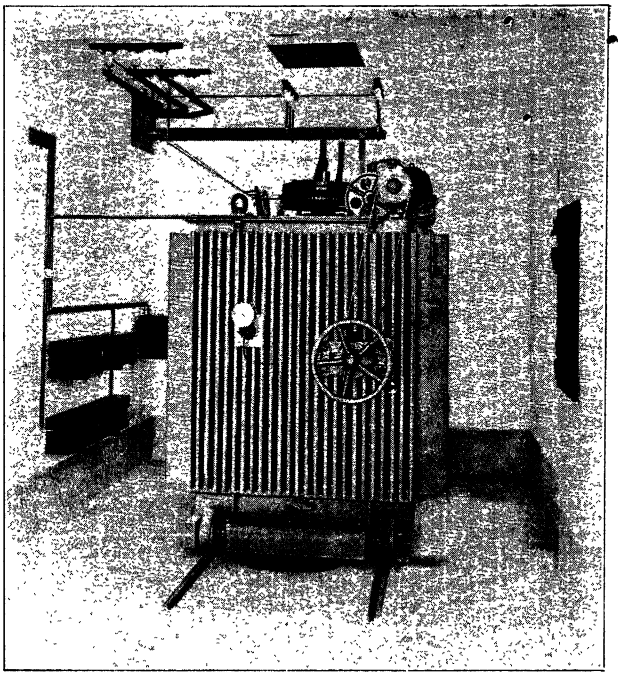


Fig. 14.
Poste de Malapalud. Régulateur d'induction de 4700 kVA.

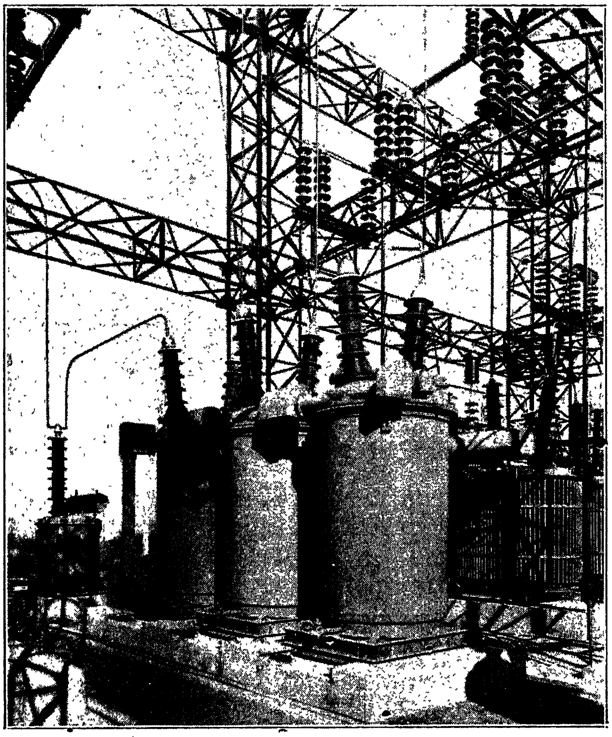


Fig. 15.
Poste de Malapalud. Disjoncteur principal à 120 kV.

Enfin, un petit transformateur sur poteaux alimenté par le réseau de distribution à 13500 V de la „Compagnie vaudoise“ et installé à proximité immédiate du poste, fournit le courant auxiliaire nécessaire à la tension de 220 ou 380 V, mono- ou triphasé, pour les divers servo-moteurs ainsi que pour l'éclairage du poste.

Toute la partie électrique du poste de Malapalud a été fournie et installée par les Ateliers de Construction Oerlikon. La charpente métallique a été livré par les Ateliers Zwahlen & Mayr, à Lausanne.

Mise en service des installations.

Les installations de transport d'énergie et de réglage de la „Compagnie vaudoise“, faisant l'objet de la présente notice, ont été mises définitivement en service à fin janvier 1928, après un certain nombre d'essais préliminaires effectués suivant le régime dit „d'hiver“, correspondant à la fourniture d'énergie sous un facteur de puissance déterminé (0,8 à 0,85) à „E. O. S.“ par les usines de La Dernier et de Montcherand, débitant en même temps, sur le réseau de distribution de la „Compagnie vaudoise“ et livrant en outre un complément de force à l'usine de la Peuffeyre marchant elle-même également en parallèle avec l'usine de Sublin de la „Société des Forces Motrices de l'Avançon“. Inversement, la Société „E. O. S.“ a fourni à la „Compagnie vaudoise“ une puissance de plus de 4000 kW, à travers le poste de Malapalud, réglant cette fourniture au facteur de puissance de 0,85, et en parallèle avec les machines de La Dernier, de Montcherand et de la Peuffeyre, travaillant simultanément sur le réseau de distribution de la „Compagnie vaudoise“.

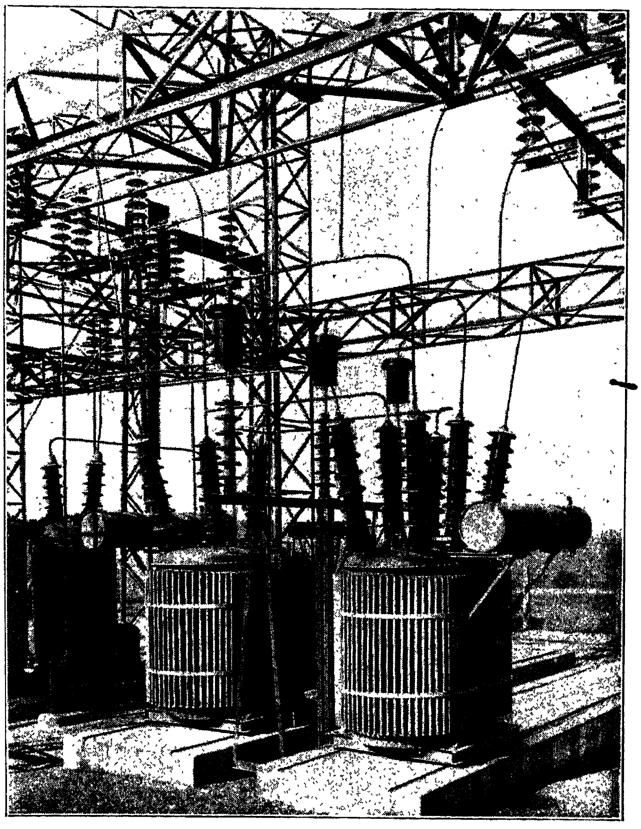


Fig. 10.
Poste de Malapalud. Transformateur d'excitation et transformateur série, alimentant le régulateur d'induction.

Enfin, au printemps 1928, la fourniture d'énergie a été effectuée suivant régime dit „d'été“, soit par livraison, par l'usine de la Peuffeyre, d'environ 8000 à 10000 kW vers Malapalud-La Dernier-Montcherand, dont environ 3500 kW étaient débités sur le réseau d'„E. O. S.“ sous $\cos \varphi$ réglé à environ 0,85 et le reste utilisé dans le réseau de distribution de la „Compagnie vaudoise“, en parallèle avec l'énergie fournie par les usines de La Dernier et de Montcherand.

Ces essais, ainsi que l'exploitation régulière subséquente, ont démontré le bon fonctionnement de l'ensemble de ces nouvelles installations de la „Compagnie vaudoise“, lesquelles, conformément au but poursuivi, permettent de conserver à ses usines leur pleine liberté de réglage de la tension, dans les limites prévues, tout en satisfaisant aux conditions inhérentes à la liaison de son réseau avec celui d'une autre entreprise.

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique

Resultat einer Umfrage betreffend die von schweizerischen Elektrizitätswerken neuen Abonnenten gewährten Vergünstigungen zur Förderung des Energieabsatzes, insbesondere zum Kochen und für Heisswasserspeicher.

621.311(005)

Das Sekretariat des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (V. S. E.) hat unter 125 der bedeutenderen Elektrizitätswerke eine Umfrage veranstaltet, um über die Vergünstigungen, welche die Werke neuen Abonnenten zwecks Förderung des Energieabsatzes, insbesondere für Wärmeanwendungen im Haushalt, gewähren, eine allgemeine Uebersicht zu gewinnen.

Die auf diese Umfrage eingegangenen 70 Antworten sind den beteiligten Elektrizitätswerken in einer detaillierten Zusammenstellung bekannt gegeben worden. In der Annahme, dass das Resultat der Umfrage auch weitere Fachkreise interessieren könnte, veröffentlichen wir im folgenden einen allgemein gefassten Auszug aus der Zusammenstellung der Antworten. Infolge der mannigfaltigen Tarife und Möglichkeiten von Vergünstigungen müssen wir uns darauf beschränken, nur einige uns wichtig erscheinende Punkte zu berühren.

32 Unternehmungen gewähren neu angeschlossenen Abonnenten keine wesentlichen Vergünstigungen, weder auf dem Energiepreise, noch auf den Installations- und Apparatenkosten. 13 dieser 32 Unternehmungen gewähren aber Zahlungserleichterungen, indem sie auf Wunsch Abschlagszahlungen entgegen nehmen, welche sich an einigen Orten auf 1, anderswo auf 2 und 3 Jahre, ausnahmsweise auf 6 und 10 Jahre ausdehnen. Die Möglichkeit, die Zahlungen auf längere Zeit auszudehnen, werde wenig benützt. Einige Werke geben der Meinung Ausdruck, es sei gefährlich, einer Kategorie der Abonnenten Vergünstigungen, die nicht allen zugute kommen, zu gewähren.

7 Unternehmungen liefern während den ersten 2—6 (meistens ca. 3) Monaten die Energie für Kochherde und Heisswasserspeicher, ausnahmsweise auch für landwirtschaftliche Motoren, Schaufensterbeleuchtung usw., gratis oder doch zu stark reduziertem Preise.

10 Unternehmungen kennen nicht nur die Gratislieferung der Energie während 3—4 Monaten für neu installierte Kochherde und Heisswasserspeicher, sondern erteilen noch für diese Installationen Subventionen von 10—25 % der Kosten. Zum Teil werden ausserdem noch Abschlagszahlungen entgegengenommen.

7 Unternehmungen machen keine Vergünstigung auf dem Energiepreis, geben aber regelmässig Subventionen von 10—20 % auf den Installationen von Heisswasserspeichern und, mit einigen Ausnahmen, auch auf den Installationen von Kochherden.

Fast alle nehmen Abschlagszahlungen entgegen, die sich auf 12—60 Monate ausdehnen.

Die *14 restlichen Unternehmungen,* welche den Fragebogen beantworteten, worunter namentlich einige der bedeutendsten vertreten sind, gewähren einen Teil oder alle der erwähnten Vergünstigungen gleichzeitig; es kommen die verschiedensten und komplizierte Kombinationen vor.

Innerhalb der Vergünstigungen, welche zwecks Erleichterung der Einführung von Wärmeanwendung gewährt werden, sind im allgemeinen diejenigen am weitgehendsten, welche sich auf die Heisswasserspeicher kleiner bis mittlerer Grösse beziehen. Der Grund dürfte wohl im Bestreben liegen, mittels des Anschlusses von Heisswasserspeichern «die Täler» im 24stündigen Belastungsdiagramm auszufüllen.

Einige, worunter grosse Werke, unternehmen eigentliche Propagandaaktionen, ähnlich wie sie aus den Vereinigten Staaten bekannt sind. Sie veranstalten Vorträge, verbunden mit Schaukochen, und schicken ihre Akquisiteure von Haus zu Haus. Neuen Abonnenten werden weitgehende Vergünstigungen gewährt, sowohl in bezug auf Subventionen und Zahlungserleichterungen als auch auf die Lieferung der Energie während der ersten Monate. Diese Aktionen werden im Hinblick auf Abgabe von Gratisenergie vielfach in die Sommermonate verlegt, während welchen den Werken eher Energie zu solchen Zwecken zur Verfügung steht, als während den Wintermonaten.

Die grosse Zahl der Werke gewährt die Vergünstigung nur temporär.

Die Annahme von Ratenzahlungen ist sehr verbreitet. Einige Werke kleiden diese Form des Vertrages in diejenige einer «Miete», indem nach einer gewissen Dauer der «Miete», d. h. nach Bezahlung einer gewissen Zahl von «Mietzinsen», der «gemietete» Apparat in das Eigentum des «Mieters» übergeht.

Einige Werke führten die Probeinstallation von Wärmeapparaten ein, wobei während etwa 3 Monaten weder für die Installation, noch für den Apparat, noch für die verbrauchte Energie etwas bezahlt werden musste. Nach Ablauf der Probezeit wäre Installation und Apparat kostenlos zurückgenommen worden, falls der Klient es gewünscht hätte. Es ist jedoch kein Fall einer solchen Zurücknahme vorgekommen. Diese Probeinstallationen scheinen überall erfolgreich gewesen zu sein.

Die Grösse und Dauer der Vergünstigungen sowie die Intensität der Propaganda ist bei vielen Werken an verschiedenen Orten ihres Netzes verschieden; sie werden nach dem Interesse abgestuft, welches die Werke der Vergrösserung des Energieabsatzes und der Einführung oder Behauptung der elektrischen Küche an verschiedenen Orten des Netzes entgegenbringen. Alle Unternehmungen sind überzeugt, dass die Subventionen die Anschlüsse beschleunigen, und haben die Erfahrung gemacht, dass die Möglichkeit der Abschlagzahlung verhältnismässig selten in Anspruch genommen wird.

Ein Werk weist darauf hin, dass in der Propagierung der elektrischen Küche mit grosser Vorsicht vorgegangen werden müsse, um zu vermeiden, dass der Betrieb die Abonnenten

enttäuscht. Ein enttäuschter Abonnent kann ungerechterweise grossen Schaden stiften. In dieses Kapitel gehört die Qualität der Apparate und der Zubehöre. Einige Werke bemerken, dass sie bei der Installation und der Anschaffung der elektrischen Küche keine Subventionen gewähren, sondern vorziehen, die Apparate zu stark reduziertem Preise zu verkaufen. Die Installateure werden dadurch veranlasst, die Apparate beim Werk zu bestellen, wodurch das Werk die Kontrolle der angeschlossenen Apparate in die Hände bekommt und so in die Möglichkeit versetzt wird, zu verhindern, dass minderwertige Apparate installiert werden. Ein Werk gibt auch die Kochgeschirre zu stark reduzierten Preisen ab, in der Ueberzeugung, dass in diesem Artikel nur das Beste gut genug ist und die Abonnenten, welche elektrisch kochen, veranlasst werden müssen, nur zweckmässiges Geschirr zu kaufen. Dieses Werk gewährt die Vergünstigungen auf dem Geschirr auch noch, nachdem die Vergünstigungen auf Anschaffung elektrischer Kochherde und Heisswasserspeicher, ebenso die Gratisstromabgabe, aufgehoben waren.

Ein Werk sieht in der Abgabe von Gratisenergie während den ersten Monaten eine Gefahr, indem die Gratisenergie Vergeudung veranlassen und später, wenn die Verrechnung einsetzt, zur Enttäuschung führen kann. Es steht auf dem Standpunkt, dass der Interessent vom ersten Augenblick an die Möglichkeit haben soll, festzustellen, dass die Betriebskosten der elektrischen Küche bei seinen Tarifen und bei zweckmässigem Kochen annehmbar sind. — Eine interessante Lösung hat ein anderes Werk versucht, indem es nicht während einer gewissen Zeit Gratisenergie abgibt, sondern beispielsweise 120 kWh pro Person einer Haushaltung. Diese Methode reizt den Sparsinn.

Angesichts der vielen angewendeten Einzelvergünstigungen und Vergünstigungskombinationen und der von Werk zu Werk verschiedenen Verhältnisse ist es nicht möglich, zu entscheiden, welche Methode der Gewährung von Vergünstigungen den grössten Erfolg verspricht.

Vom Eidg. Departement des Innern erteilte Stromausfuhrbewilligung [1].

Den Bernischen Kraftwerken A.-G. in Bern (B. K. W.), dem Kraftwerk Laufenburg in Laufenburg (K. L.) und den Nordostschweizerischen Kraftwerken A.-G. in Zürich/Baden (N. O. K.) wurde, nach Anhörung der eidgenössischen Kommission für Ausfuhr elektrischer Energie, an Stelle der bisherigen, bis 31. März 1930 gültigen Bewilligung No. 73 die gemeinsame Bewilligung No. 101 erteilt, womit die für die Ausfuhr nach dem Elsass, an die Gesellschaften «Forces motrices du Haut-Rhin S. A.» in Mülhausen und «Electricité de Strasbourg S. A.» in Strassburg bewilligten Energiequoten erhöht und die Dauer der Bewilligung bis 31. Dezember 1941 erstreckt wird.

Die während 24 Stunden des Tages zur Ausfuhr bewilligten Leistungen wurden erhöht:

[1]) Bundesblatt No. 50, pag. 1083.

(Fortsetzung siehe folgende Seite)

Unverbindliche mittlere Marktpreise je am 15. eines Monats.

Prix moyens (sans garantie) le 15 du mois.

		Jan. *janv.*	Vormonat Mois précédent	Vorjahr Année précédente
Kupfer (Wire bars) *Cuivre (Wire bars)*	Lst./1016 kg	78/10/-	75/5/-	62 $^1/_2$
Banka-Zinn *Etain (Banka)*	Lst./1016 kg	228.—	227/10/-	302.—
Zink *Zinc*	Lst./1016 kg	26/6/3	26/15/-	32/3/6
Blei *Plomb*	Lst./1016 kg	22/1/3	21/6/3	28/1/3
Formeisen *Fers profilés*	Schw. Fr./t	126.—	126.—	142.—
Stabeisen *Fers barres*	Schw. Fr./t	158.—	157.50	145.—
Ruhrnusskohlen *Charbon de la Ruhr* II 30/50	Schw. Fr./t	46.50	46.50	56.90
Saarnusskohlen *Charbon de la Saar* I 35/50	Schw. Fr./t	43.—	43.—	50.50
Belg. Anthrazit *Anthracite belge*	Schw. Fr./t	70.—	70.—	83.50
Unionbrikets *Briquettes (Union)*	Schw. Fr./t	38.—	38.—	42.—
Dieselmotorenöl (bei Bezug in Zisternen) *Huile pour moteurs Diesel (en wagon-citerne)*	Schw. Fr./t	109.—	108.—	143.—
Benzin *Benzine* (0,720)	Schw. Fr./t	270.—	280.—	332.50
Rohgummi *Caoutchouc brut*	sh/lb	0/9 $^3/_{16}$	0/8 $^7/_8$	1/7
Indexziffer des Eidgenössischen Arbeitsamtes (pro 1914=100) *Nombre index de l'office fédéral (pour 1914=100)*		161	161	161

Bei den Angaben in engl. Währung verstehen sich die Preise f. o. b. London, bei denjenigen in Schweizerwährung franko Schweizergrenze (unverzollt).

Les prix exprimés en valeurs anglaises s'entendent f. o. b. Londres, ceux exprimés en francs suisses, franco frontière (sans frais de douane).

für die B. K. W.: 1. April 1929 bis 31. März 1930 um 5000, d. h. auf 24 500 kW;
1. April 1930 bis 31. Dezember 1941 um 10 000, d. h. auf 29 500 kW;
für das K. L.: 1. Januar 1929 bis 31. Dezember 1941 um 2600, d. h. auf 12 600 kW;
für die N. O. K.: 1. Januar 1929 bis 31. Dezember 1941 um 8000, d. h. auf 19 000 kW.

Jede der drei Unternehmungen darf die zur Ausfuhr bewilligte Leistung bei sehr günstigen Energieproduktionsverhältnissen in ihren Anlagen vorübergehend um 4000 kW erhöhen, ohne gleichzeitige Erhöhung der auszuführenden Energiemenge.

Die zur Ausfuhr bewilligten Quoten können bei ungünstiger Wasserführung teilweise eingeschränkt werden.

Neue Tarife der «County of London Electric Supply company». 621.371

Diese einen Teil von London mit elektrischer Energie versorgende Gesellschaft führt ausser dem bis jetzt gebräuchlichen einfachen Konsumtarif ab 1. Januar 1929 einen zweiteiligen Tarif ein (twoo-part tarif), tarif bi-nome, wie man ihn in Frankreich bezeichnet, oder Gebührentarif, wie er in Deutschland genannt wird. Die Grundgebühr wird festgesetzt:
auf Grund der Oberfläche der Wohnung bei Haushaltungen,
auf Grund des Anschlusswertes der Beleuchtungsanlage bei Geschäften und Magazinen aller Art.

Die Konsumgebühr beträgt 1 d (10,5 Rp.) pro kWh zu jeglicher Tageszeit und welches auch die Anwendung der Energie sei, Licht, Kraft oder Wärme.

Es wird keine Zählergebühr verrechnet; die Grundtaxe ist aber nicht unbeträchtlich; so wird z. B. für eine Wohnung mit einer Oberfläche von 110 cm^2, 15 sh pro Quartal, d. h. Fr. 75 pro Jahr verlangt, und in einem Geschäft, wo der Anschlusswert an Lampen allein 1 kWh beträgt, eine Grundtaxe von 3 £ 15 sh pro Quartal, d. h. ca. Fr. 375 pro Jahr.

Für die meisten Haushaltungen und Geschäfte bildet der neue Tarif eine Verbilligung um 20—25 % gegenüber den bis jetzt gebräuchlichen.

Miscellanea.

Totenliste des S. E. V.

† *Prof. Dr. Franz Prášil.* Nach einem arbeitsreichen Leben von über 71 Jahren starb am 3. Januar in Zürich ein Mann, der zwar nicht dem S. E. V. angehörte, dessen Beziehungen zum Leserkreise des «Bulletin» und dessen Wirken es aber zur Ehrenpflicht machen, seiner an dieser Stelle zu gedenken. 1894 kam er aus der Maschinenfabrik Golzern in Sachsen an die Eidgenössische Technische Hochschule als Professor für Maschinenbau, das vorher etwas stiefmütterlich behandelte Gebiet der hydraulischen Maschinen und seiner Grundlagen in theoretischer Hydraulik in hervorragender Weise lehrend und in 32jähriger Tätigkeit derart entwickelnd, dass seine Schüler sozusagen in der ganzen Welt an der enormen seitherigen Entwicklung des Turbinenbaues einen ersten Anteil haben und diesen Industriezweig in der Schweiz auf die höchste Stufe bringen konnten. Sehr zutreffend schreibt die «N. Z. Z.»: «Professor Prášil trat in seinen neuen Wirkungskreis ein in der bedeutsamen Epoche, wo experimentelle und theoretische Forschung sich anschickten, in vermehrtem Masse in die Technik einzudringen. Dieser Tendenz hat er auch an unserer Hochschule durch die hydraulische Versuchseinrichtung des Maschinenlaboratoriums und seine grundlegenden Arbeiten zum Durchbruch verholfen und sie zum Erfolge geführt. Mit klarem Blick in die Zukunft und mit geistvoller Originalität eröffnete er die schwierigen Probleme der Strömung des Wassers in Turbinen einer wissenschaftlichen Behandlung und wurde auf diesem Gebiete Führer und Bahnbrecher, dem die *schweizerische Turbinenindustrie* viel zu verdanken hat.» Und in der Natur der Sache liegt es, dass Prášil damit auch die *schweizerische Elektrizitätsindustrie* und die *schweizerische Elektrizitätswirtschaft* in hohem Masse fördernd beeinflusste.

Professor Dr. Franz Prášil, gebürtig aus der Steiermark und diese zeitlebens glühend liebend, brachte von dort mit der österreichischen Liebenswürdigkeit die zähe Verwurzelung des Berglandbewohners mit den Wirklichkeiten des Landes und fühlte sich so sofort kongenial mit uns Schweizern, — und wir mit ihm. Die Schweiz wurde ihm bald zur wirklichen, zweiten Heimat, in deren Dienste er seine volle Kraft stellt, ganz besonders durch direkte Mitarbeit an der Entwicklung unserer Wasserkraftnutzung durch Elektrizitätswerke, die gerade in den Jahren des Beginnes seiner Zürcher Tätigkeit einsetzte. Ein volles Hundert Expertisen von oft grundlegendem wissenschaftlichem Werte, die zum grössten Teil Fragen der Erstellung, der Prüfung und der Verbesserung von hydro-elektrischen Werken, zumeist schweizerischen, beschlagen, gingen von ihm aus. Sie behandeln zu Anfang Verhältnisse, über die man damals noch sehr wenig unterrichtet war, wie z. B. die Druckänderungen in den Rohrleitungen durch die Schliessvorrichtungen und die Regulierung und die Wasserschlossprobleme, dann weiter ausgiebig die Regulatoren usw. Es gibt kaum ein Problem aus diesem Gebiete, in dem nicht Prášil wissenschaftliche Grundlagen gelegt hätte, oft durch Behandlung ihm vorgelegter Fälle der Praxis, und wohl wenige bedeutendere schweizerische Elektrizitätswerke be-

stehen, bei deren Schaffung oder Umbau er nicht in irgend einer Weise als Hydrauliker mitgewirkt hätte. Wie viele Elektrizitätswerksleiter haben ihn für Abnahmeproben, Bremsungen und Wassermessungen beigezogen! Ein Freund äusserte sich in besonders richtiger Weise dahin, «dass dabei oft dank der liebenswürdigen, sonnigen Art des Experten, dem keine Mühe zu gross war, um die technische Wahrheit zu ergründen, Differenzen zwischen ‚Wasser' und ‚Elektrizität' ausgeglichen werden konnten». Zur Entwicklung zuverlässiger Methoden für die Wassermessung gab er nicht nur Anregung und organisierte die bezüglichen Spezialarbeiten unserer Verbände, sondern er hat auch an dem hohen Stande der Zuverlässigkeit dieser Methoden bei uns einen Hauptanteil durch seine Mitarbeit.

Ausser dieser, direkt unseren Elektriztätswerken gewidmeten Tätigkeit von Prof. Prášil hat für diese selbstverständlich noch weit grössere, indirekte Wirkung sein gewaltiger Anteil an der Entwicklung der Wasserturbinen gehabt. Auf Grund seiner mathematischen Begabung die theoretische Hydraulik ausbildend und mit originalen Methoden für die praktische Anwendung bereichernd, hat er die Erkenntnis über die Wasserströmungen, die Methoden zur Bestimmung der Schaufelung, die Entwicklung zu schnelläufigen und zu konstruktiv einfacheren Turbinen, die Grundlagen der Regualtorenkonstruktion u. a. m. auf den heutigen hohen Stand im letzten Dritteljahrhundert als einer der ersten auf diesem Gebiete gefördert und durch eine grosse Schülergemeinde, die er zu klar denkenden Konstrukteuren erzog, zur praktischen Verbreitung und Verwertung gebracht. Unsere hydro-elektrischen Werke verdanken dem Verblichenen sehr vieles von ihrem heutigen Stande.

Schon seit Jahren herzleidend, wirkte er ohne Rücksicht auf seine Gesundheit weiter, und er zeigte noch an der Basler Ausstellung (1926) weiteren Kreisen und am letzten Kongress für Mechanik (in Zürich) den Vertretern der Wissenschaft, die ihm eine stürmische Ehrung darbrachten, die Ergebnisse neuer Wasserströmungsuntersuchungen, die er mit modernsten Hilfsmitteln experimentell behandelt hatte, zu einer Zeit, da ihn sein Gesundheitszustand zum Rücktritte vom Amte zwang. Auch seither arbeitete er unermüdlich; so vollendete er u. a. die vollständige Neubearbeitung seines Buches über die Hydraulik, und noch zwei Tage nach seinem Tode erschien in der «Schweiz. Bauzeitung» eine in der gewohnten gründlich-sachlichen Weise verfasste Abhandlung aus seiner Feder.

Das Wirken Prof. Prášils ist von der Fachwelt u. a. durch den Ehren-Doktor der Technischen Hochschulen von Graz, Brünn und Prag und von seiner zweiten Heimat durch die Doktorwürde h. c. der Universität Zürich sowie die Schenkung des Bürgerrechtes der Stadt Zürich gewürdigt. Es wird aber nicht nur durch seine wissenschaftlichen Arbeiten unvergänglich sein, sondern ganz besonders lebendig weiter bestehen in seinen zahlreichen Schülern, die bei ihm Begeisterung erlebten, ihn liebten, weil sie sein warmes Herz fühlten und von seinem unverwüstlichen Optimismus, der ihm bis zur letzten Stunde blieb, mitgerissen wurden, nicht allein zur Wissenschaft und in ihrem Berufe, aber auch in der Freude an Natur und Kunst, die Prof. Prášil so sehr eigen war.

Mit hoher Dankbarkeit blicken wir auf des Dahingegangenen Leben zurück, das zum grössten Teil dem Wohle unseres Landes und seiner Söhne gewidmet war. *W.*

Vergangenen Herbst verschied in Kreuzlingen, wie wir erst nachträglich erfahren, der besonders den Elektrizitätswerken und Installationsfirmen wohl bekannte Vertreter der Julius Pintsch A.-G. Berlin, Hr. *Paul Harnisch*, Ingenieur. Der Verstorbene gehörte dem S. E. V. seit 1909 an und war eifriger Besucher unserer Generalversammlungen. Wir bitten die Freunde und Bekannten des Dahingegangenen, ihm ein gutes Andenken zu bewahren.

Royal School of Engineering Giza (Cairo). Die ägyptische Regierung hat Ingenieur *F. J. Rutgers*, Mitglied des S. E. V., nach 24jähriger Tätigkeit als Ingenieur, Abteilungschef und Prokurist der Maschinenfabrik Oerlikon, die Professur für Elektrotechnik an der Kgl. ägyptischen technischen Hochschule in Giza bei Kairo übertragen; Hr. Rutgers hat das neue Amt im November 1928 angetreten.

Da Prof. Rutgers neben der erwähnten Lehrtätigkeit auch den Beruf eines konsultierenden Ingenieurs ausüben kann, so eröffnet sich ihm in dem aufblühenden Aegypten ohne Zweifel eine sehr reiche berufliche Tätigkeit, zu der ihm mit allen Freunden und Bekannten auch der S. E. V. viel Glück und besten Erfolg wünscht. *F. L.*

Literatur. — Bibliographie.

Die Elektrifizierung der Schweizerischen Bundesbahnen bis Ende 1928. Von Dr. ing. h. c. *E. Huber-Stockar*, ständiger technischer Berater der Generaldirektion der S. B. B. 65 Seiten, Format 210 × 297 mm, 1 Karte, 6 Tafeln, 73 Photographien und 15 Textfiguren. Herausgegeben von der Naturforschenden Gesellschaft Zürich, als Neujahrsblatt 1929. Zu beziehen beim Generalsekretariat des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, Seefeldstrasse 301, Zürich. Preis exkl. Porto Fr. 6.—.

Zur Bestellung benütze man die der No. 1 des Bulletin 1929 beigegebene Bestellkarte!

Ende 1928 hatten die Schweizerischen Bundesbahnen ihr Liniennetz zu 58,1 %, ihre zwei-

geleisigen Linien zu 98,5 %, ihre Hauptgeleise zu 68,3 %, ihre Geleise überhaupt zu ca. 67 % der Längen elektrifiziert; sie werden im laufenden Jahre 1929 ihren Verkehr zu ca. 85 % der Förderleistung in Bruttotonnenkilometer elektrisch bedienen und dabei an Stelle von etwa 600 000 Tonnen Kohle rund 420 Millionen kWh elektrische Energie verbrauchen. Damit hat die «Elektrifizierung» der S. B. B. das fünf Jahre vorher gesteckte Ziel erreicht; das Programm der «beschleunigten Elektrifizierung» ist damit erfüllt. Die elektrisch betriebenen Linien der S. B. B. bilden bereits das bei weitem grösste bestehende, lückenlos zusammenhängende, hinsichtlich des Systems einheitliche elektrische Liniennetz einer Eisenbahnverwaltung.

Die Elektrifizierung der S. B. B. hat damit einen vorläufigen Abschluss gefunden und stellt ein in den wesentlichen Beziehungen vollständiges Werk dar. Es ist deshalb gerechtfertigt und sehr zu begrüssen, wenn Dr. ing. h. c. E. Huber-Stockar, dessen Persönlichkeit mit der Elektrifizierung der S. B. B. in engstem Zusammenhang steht, es unternommen hat, in der vorliegenden Arbeit einen Ueberblick über die Gesamtheit des umfangreichen Werkes zu geben.

Anhand einer reichen Dokumentation berichtet der Autor über die Vorgeschichte und die Vorbereitung der Elektrifikation, sowohl vom technischen als auch vom finanziellen, wirtschaftlichen und politischen Standpunkt aus, sodann über die Baugeschichte und gibt ein eingehendes Bild des Baues selbst, der sich darstellt als Bahnenergieversorgungsanlage, d. h. die Gesamtheit der Kraftwerke, Uebertragungsleitungen und Unterwerke, und als Zugsförderungsdienst.

Die einheitliche, zusammengeschlossene Bahnenergieversorgung der S. B. B. erstreckt sich auf ein zusammenhängendes Netz elektrifizierter Linien von 1566 km Gesamtlänge. Dieses Netz verbrauchte im Jahre 1928 395 740 000 kWh und beanspruchte die Generatoren der Kraftwerke maximal mit 80 400 kWh, die Turbinen mit 115 000 PS. Die zwei Kraftwerksgruppen Vernayaz-Barberine im Wallis und Amsteg-Ritom am Gotthard, welche das Netz mit Energie versorgen, sind im zentral gegelegenen Unterwerk Rupperswil miteinander verbunden. Diese Anlage bedarf, abgesehen von neuen Energiequellen, im wesentlichen nur der Ergänzung durch etwa 3 Unterwerke und der zum Anschluss derselben erforderlichen Uebertragungsleitungen, um dem elektrischen Betrieb des ganzen Netzes der S. B. B. genügen zu können. Die Uebertragungsleitungen Vernayaz-Rupperswil mit 132 kV und Rupperswil-Amsteg mit 66 kV Betriebsspannung sind eine vorläufige, noch längere Zeit genügende Sammelschiene der Bahnenergieversorgungsanlage der S. B. B. Die mögliche zukünftige dritte Kraftwerksgruppe Rupperswil (Aare-Laufwerk)-Etzelwerk (Sihl-Speicherwerk) wird dank ihrer Lage ohne neue Uebertragungsleitungen an diese Sammelschiene angeschlossen werden können. Eine beigegebene Landkarte, in welcher alle Kraft- und Unterwerke, Uebertragungsleitrungen, Bahnlinien und Speiseleitungen eingetragen sind, vermittelt ein vorzügliches Bild dieser Energieversorgungsanlage.

In einigen Kapiteln findet der Leser sodann alle wissenswerten Angaben über die Kraftwerke, die Unterwerke, die Uebertragungsleitungen und die Fahrleitungen.

Ein Kapitel behandelt nach den wesentlichen Gesichtspunkten hin den 448 Lokomotiven und Motorwagen und 16 Akkumulatorrangierlokomotiven umfassenden elektrischen Triebfahrzeugpark.

Zum Schlusse betrachtet der Autor die wirtschaftlichen Folgen der Elektrifizierung der S. B. B. für die Schweiz als Land einerseits und anderseits für die S. B. B. als Unternehmen mit eigenem Finanzhaushalt, und zieht aus seinen Betrachtungen interessante Schlüsse, u. a. auch den, dass, trotzdem die Kohlenpreise seit der Inangriffnahme des Programmes der «beschleunigten Elektrifizierung» stark gesunken sind, bei Berücksichtigung der in Zahlen ausdrückbaren Vor- und Nachteile, der elektrische Betrieb eher billiger ist, als es der vergleichbare Dampfbetrieb wäre [1]). Beispielsweise war, bezogen auf die durchschnittliche Gesamtlänge der elektrisch betriebenen Linien von 1149 km im Jahre 1927, der elektrische Betrieb um Fr. 1 715 000 billiger, als es der Dampfbetrieb bei gleich starkem Verkehr gewesen wäre, wobei in vielen Punkten für den elektrischen Betrieb mit ungünstigen Annahmen gerechnet wurde. Eine endgültige Abklärung der «Rentabilitätsfrage» wird erst nach einer längeren Betriebsperiode erfolgen können.

Das inhaltlich gediegene Werk enthält viele aufschlussreiche Zahlentafeln und graphische Darstellungen und einen erschöpfenden Literaturnachweis.

Es wird sowohl dem Eisenbahnfachmann als auch dem technisch interessierten Nichtfachmann viel Freude machen.

Eingegangene Werke (Besprechung vorbehalten).

A. E. F. - Verhandlungen des Ausschusses für Einheiten und Formelgrössen in den Jahren 1907 bis 1927. Herausgegeben im Auftrag des A. E. F. von J. Wallot. 48 S., A 4. Verlag Jul. Springer, Berlin 1928. Preis RM. 5.—.

Report on Tabulating the Results of Heat Engine Trials. Presented to the Council of the Institution of Civil Engineers by the Heat Engine Trials Committee. 330 S., 13,7 × 21 cm, ca. 30 Fig. Verlag William Clowes and Sons, Limited, 94 Jermyn Street, London S. W. 1.

Der Einfluss des cos φ auf die Tarifgestaltung der Elektrizitätswerke unter besonderer Berücksichtigung großstädtischer Verhältnisse. Von Dr. ing. Hans Nissel. 52 S., 16 × 23 cm. 44 Fig. Verlag Jul. Springer, Berlin 1928. Preis RM. 4.50.

25 Jahre Elektroüberwachung in Oberschlesien. Von W. Vogel. 41 S., A 4. 36 Fig. Herausgegeben vom Oberschlesischen Ueberwachungs-Verein E. V. Gleiwitz, Elektrotechnische Abteilung.

[1]) Vgl. auch Bull. S. E. V. 1926, S. 597.

Elektrische Starkstromanlagen, Maschinen, Apparate, Schaltungen, Betrieb. Von Dipl. Ing. Emil Kosack, Magdeburg. Siebente, durchgesehene und ergänzte Auflage. 342 S., 16 × 23 cm, 308 Fig. Verlag Jul. Springer, Berlin 1928. Preis RM. 8.50, geb. RM. 9.50.

Bau und Instandhaltung der Fahrleitungen elektrischer Bahnen. Band 1: Strassen- und Kleinbahnen. Von Dr. Artur Ertel, Ingenieur. 301 S., A 5, 248 Fig. und 4 Tafeln. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig 1928. Preis kart. RM. 12.—, geb. in Leinen RM. 13.50.

La Machine Dynamo-Electrique à Induit denté. Par E. Nicolas, Professeur à l'Ecole Normale. 104 pages, 11,5 × 18 cm, 69 Fig. Chez l'Auteur: E. Nicolas, avenue Léo Delibes, Choisy-au-Bac (Oise).

Contribution à l'Etude de la Commutation dans les machines à courant continu. Par C. P. Antoni, Jassy. 25 pages, 16 × 23 cm, 2 fig. Publication de l'Institut National Roumain, Bucarest 1928.

Problème de la canalisation du secteur des cataractes du Bas-Danube. I. Evolution récente des transports et la capacité de trafic de la voie navigable. Par Grégoire C. Vsilesco. 142 pages, 16 × 23 cm, 20 Fig., 26 tableaux, 1 carte. Publication de l'Institut National Roumain, Bucarest 1928.

Normalien und Qualitätszeichen des S. E. V.

Erteilung des Rechtes zur Führung des Qualitätszeichens des S. E. V. für Kleintransformatoren und für isolierte Leiter.

Gemäss den «Normalien des S.E.V. für Kleintransformatoren» und auf Grund der mit Erfolg bestandenen Annahmeprüfung erteilen die Technischen Prüfanstalten des S. E. V. folgenden Firmen das Recht zur Führung des S. E. V.-Qualitätszeichens für die nachverzeichneten Typen von Kleintransformatoren.

Ab 1. September 1928:

Walter O. M. Schröder, Wädenswil (Schweizerischer Vertreter der Enn-Werke, *Nürnberg):*
Klasse a der Normalien: Type Ta (8 VA)

Ab 1. Januar 1929:

Schindler & Co., Luzern:
Klasse b der Normalien: Type Tb 300 (300 VA)
Klasse b der Normalien: Type Tb 500 (500 VA)

Gemäss den «Normalien zur Prüfung und Bewertung von isolierten Leitern für Hausinstallationen» und auf Grund der mit Erfolg bestandenen Annahmeprüfung erteilen die Technischen Prüfanstalten des S. E. V. folgenden Firmen das Recht zur Führung des S. E. V.-Qualitätszeichens für alle normalen Querschnitte der nachverzeichneten Leiterarten.

Das Zeichen besteht in dem gesetzlich geschützten S. E. V.-Qualitätskennfaden, welcher an gleicher Stelle wie der Firmenkennfaden angeordnet ist und auf gelbem Grunde die oben angeführten Morsezeichen A S E V in schwarzer Farbe trägt.

Ab 1. Dezember 1928:

Levy fils, Basel (Schweizerische Vertretung des Kabelwerkes *Duisburg):*
Gummischlauchleiter, Einleiter-GS-Draht
Starkgummischlauchleiter, Einleiter-SGS-Draht
Starkgummischlauchleiter, Einleiter-SGS-Seil
Gummibleikabel, Einleiter-GK-Seil
Gummibleikabel, Mehrleiter-GK-Draht
Fassungsadern, Einleiter-FA-Litze
Fassungsadern, Mehrleiter-FA-Litze
Pendelschnüre, Mehrleiter-PS
Rundschnüre, Mehrleiter-RS
Apparateschnüre, Mehrleiter-AS

Ab 1. Januar 1929:

Kabelwerke Brugg A.-G., Brugg:
Gummibleikabel, Einleiter-GK-Draht
Gummibleikabel, Einleiter-GK-Seil
Gummibleikabel, Mehrleiter-GK-Draht
Gummibleikabel, Mehrleiter-GK-Seil
Papierbleikabel, Einleiter-PK-Draht
Papierbleikabel, Einleiter-PK-Seil
Papierbleikabel, Mehrleiter-PK-Draht
Papierbleikabel, Mehrleiter-PK-Seil

Draht- und Kabelwerke Stein a. Rh. A.-G.:
Fassungsadern, Einleiter-FA-Draht
Fassungsadern, Einleiter-FA-Litze
Pendelschnüre, Mehrleiter-PS
Verseilte Schnüre, Mehrleiter-VS
Rundschnüre, Mehrleiter-RS

Vereinsnachrichten.

Die an dieser Stelle erscheinenden Artikel sind, soweit sie nicht anderweitig gezeichnet sind, *offizielle Mitteilungen des Generalsekretariates des S.E.V. und V.S.E.*

Wir empfehlen unseren Mitgliedern die Anschaffung des unter der Rubrik «Literatur» dieser Nummer besprochenen Werkes: **«Die Elektrifizierung der Schweizerischen Bundesbahnen bis 1928»**, von Dr. ing. h. c. *E. Huber-Stockar*, ständiger technischer Berater der Generaldirektion der S. B. B.

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke | REDAKTION Zürich 8, Seefeldstr. 301 | Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité

Verlag und Administration | Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G. Zürich 4, Stauffacherquai 36/38 | Editeur et Administration

XX. Jahrgang
XXe Année

Bulletin No. 3

Februar I
Février I 1929

Neue Methoden zur graphischen Bestimmung von Wechselstrom-Ortskurven[1]).

Von *Albert von Brunn,* Ingenieur, Zürich-Oerlikon.

513

Der Autor resumiert die im Bulletin S. E. V. 1922, S. 385 u. ff. und S. 449 u. ff. entwickelten Methoden zur Lösung von Wechselstromaufgaben. Er entwickelt den „Fehlspannungssatz", der die graphische Lösung auch solcher Probleme gestattet, bei denen die beiden Kirchhoffschen Gesetze zusammen die Strom- und Spannungsverteilung bestimmen. Dann leitet er ein neues Transformator-Diagramm ab, das Zeit- und Potentialdiagramm zugleich ist und konstruiert mit Hilfe des Fehlspannungssatzes das Diagramm des „allgemeinen" Transformators. Ferner wird ein Verfahren entwickelt, das gestattet, auf graphischem Wege aus den Admittanzdiagrammen zweier in Serie geschalteter Admittanzen unmittelbar das resultierende Admittanzdiagramm zu bestimmen („Doppelinversion"). Er wendet die „Doppelversion" auf Beispiele an und zeigt, dass elektrische Resonanz nicht nur zwischen Induktivität und Kapazität, sondern ganz allgemein auch zwischen Stromerzeuger und -Verbraucher möglich ist.

L'auteur résume les méthodes développées dans le Bulletin A. S. E. 1922, pages 385 et 499, pour résoudre certains problèmes de la technique du courant alternatif. Il démontre ensuite un théorème spécial, le „Fehlspannungssatz", qui permet aussi la solution des problèmes où la répartition du courant et de la tension découle de l'ensemble des deux lois de Kirchhoff, et non de chacune d'elle séparément. L'auteur déduit un nouveau diagramme du transformateur, à la fois diagramme de temps et de potentiel, et établit à l'aide du „Fehlspannungssatz" le diagramme du transformateur „généralisé". Il développe ensuite un procédé permettant de déterminer graphiquement sans autre, en partant des diagrammes de deux admittances branchées en série, le diagramme d'admittance résultant („Doppelinversion"). L'auteur applique ce procédé à des exemples et montre que la résonance électrique n'est pas possible seulement entre une inductivité et une capacité, mais d'une façon toute générale aussi entre générateurs et consommateurs de courant.

Es ist eine eigentümliche Tatsache, dass der Elektroingenieur zur Lösung von Wechselstromproblemen, die an sich schon grosse Ansprüche an sein Vorstellungsvermögen stellen, eine Methode verwendet, die mit ganz abstrakten Grössen, nämlich mit komplexen Zahlen, arbeitet. Die theoretische Elektrotechnik steht damit in einem gewissen Gegensatz zu fast allen anderen Ingenieurwissenschaften, die, insbesondere in der neuesten Zeit, eifrig bemüht sind, die analytischen Rechnungsmethoden durch graphische zu ersetzen. Zufolge der grossen Ansprüche an das abstrakte Denken ist es auch ganz begreiflich, dass sich die symbolische Methode (wie das Rechnen mit diesen komplexen Grössen genannt wird) relativ wenig Freunde erworben hat und dass der Prozentsatz der praktisch tätigen Elektroingenieure, welche diese Methode beherrschen, gering ist.

---

[1]) Eingang bei der Redaktion: 14. Juni 1928.

Verfolgt man die Entwicklung der theoretischen Elektrotechnik, so ergibt sich, dass anfänglich versucht wurde, mit graphischen Mitteln die auftretenden Probleme zu bewältigen. Zufolge der Kompliziertheit der Aufgaben musste man aber entweder die Lösung überhaupt aufgeben, oder man begnügte sich mit Näherungsmethoden. Ich erinnere hier nur an die Entwicklung des Diagrammes der Asynchronmaschine und die zur Ermöglichung seiner Aufstellung benötigte Vernachlässigung der primären Kupferverluste.

Die damaligen graphischen Methoden genügten den Ansprüchen der sich rasch entwickelnden Elektrotechnik nicht mehr, so dass man sich genötigt sah, nach andern Mitteln zu suchen. Man war und ist auch heute noch froh, dass man in der symbolischen Methode ein Verfahren gefunden hatte, mit welchem alle vorkommenden Aufgaben sicher und genau gelöst werden können. (Eine besondere Vertiefung und Weiterentwicklung hat diese Methode in der interessanten Arbeit[2]) von Dr. *O. Bloch:* „Die Ortskurven der graphischen Wechselstromtechnik" erfahren. Die ausgezeichnete Darstellung kann jedem Theoretiker wärmstens empfohlen werden.) Wenn nun auch heute die symbolische Methode einen hohen Grad der Vollkommenheit erreicht hat, so haftet ihr doch der schon oben erwähnte Nachteil der Undurchsichtigkeit an, und es ist ihr auch von verschiedenen Seiten vorgeworfen worden, dass durch sie das physikalische Empfinden zu wenig gefördert wird.

In der vorliegenden Arbeit wird nun gezeigt, dass viele und praktisch besonders wichtige Probleme in durchsichtiger und einfacher Weise vollkommen graphisch gelöst werden können. Der Aufsatz stellt die Weiterentwicklung einer schon in einer früheren Arbeit[3]) veröffentlichten Methode dar, deren Grundlagen des besseren Verständnisses wegen hier wiederholt werden.

Wegen Raummangel musste der Inhalt dieser Arbeit um ca. die Hälfte reduziert und die Entwicklung einer Reihe praktisch wichtiger Diagramme weggelassen werden.

1. Festsetzungen für die Darstellung durch Vektoren.

Dass man sinusförmig variierende Ströme und Spannungen durch Vektoren darstellen kann, wird hier als bekannt vorausgesetzt. *Wie man Ströme und Spannungen auf ein Zählsystem beziehen muss, um ihre Richtung mathematisch erfassen zu können, so muss konsequenterweise jeder Vektor auf ein Bezugssystem bezogen werden, andernfalls ist sein Richtungssinn nicht eindeutig bestimmbar und deshalb ein genaues Arbeiten mit Vektoren ausgeschlossen.*

Da es im allgemeinen nicht möglich ist, in einem elektrischen Netze ein *einheitliches* Bezugssystem für einen ganzen Leiterkreis einzuführen, *legen wir jedem einzelnen Leiterelement ein besonderes Bezugssystem bei,* dessen Richtung wir durch einen kleinen Pfeil, den sogenannten *Bezugspfeil,* markieren. Prinzipiell könnten diese Pfeile beliebig eingetragen werden, *im Interesse der Einfachheit und Bequemlichkeit liegt es aber, sie nach bestimmten Regeln einzuzeichnen.* Es ist für das Arbeiten mit Vektoren vorteilhaft, sich einige wichtige *Sätze* zu merken. Wie jeder Strom oder jede Spannung ihr mathematisches Vorzeichen wechselt, wenn das Zählsystem umgekehrt wird, so gilt auch für Vektoren der *Umkehrungssatz:*

Kehren wir das Bezugssystem eines Leiterelementes um, so müssen wir auch seine Strom- und Spannungsvektoren je um 180° umkehren.

Da für einen geschlossenen Stromkreis die algebraische Summe aller Spannungen gleich Null ist, vorausgesetzt, dass letztere alle auf dasselbe Zählsystem bezogen werden, so gilt auch für Vektoren der *Spannungssatz:*

Beziehen wir alle Stromvektoren der Leiterelemente eines geschlossenen Stromkreises auf Bezugspfeile, welche zusammen einen einheitlichen Umlaufsinn festlegen, so bilden alle diese Vektoren ein geschlossenes Polygon.

---

[2]) *Dr. Otto Bloch:* „Die Ortskurven der graphischen Wechselstromtechnik", Verlag von Rascher & Cie., Zürich 1917.

[3]) *A. von Brunn:* „Die Bedeutung des Bezugssinnes im Vektordiagramm", Bulletin S. E. V. 1922, Seite 385 und ff. und 449 und ff.

In analoger Weise lautet der *Stromsatz:*

Beziehen wir die Stromvektoren aller in einem Verzweigungspunkte verknüpften Leiterelemente auf Bezugspfeile, welche entweder alle dem Verzweigungspunkte zu-, oder aber alle von ihm weggerichtet sind, so bilden alle diese Vektoren ein geschlossenes Polygon. Genau so wie man die Umlaufspannung nur bilden kann, wenn man alle Vektoren auf einen einheitlichen Umlaufsinn bezieht, so kann der *Vektor der Summenspannung* mehrerer in Reihe geschalteter Leiterteile nur gebildet werden, *wenn die Spannungsvektoren der einzelnen Leiterelemente auf Bezugspfeile bezogen werden, die zusammen einen einheitlichen Durchlaufsinn festlegen.* Die in diesen Sätzen enthaltene Bedingung bezüglich der Bezugspfeile lässt sich ohne weiteres erfüllen, wenn man *unter Beachtung des Umkehrungssatzes* alle diejenigen Bezugspfeile umkehrt, die der gestellten Bedingung nicht entsprechen. Um dem Leser die Anwendung der obigen Sätze zu erleichtern, wollen wir, bevor wir in unsern Entwicklungen weiterfahren, eine sehr einfache Aufgabe lösen.

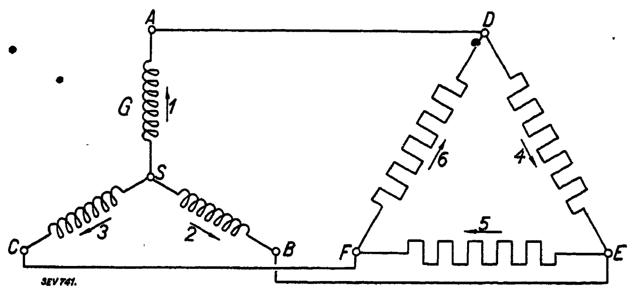


Fig. 1.

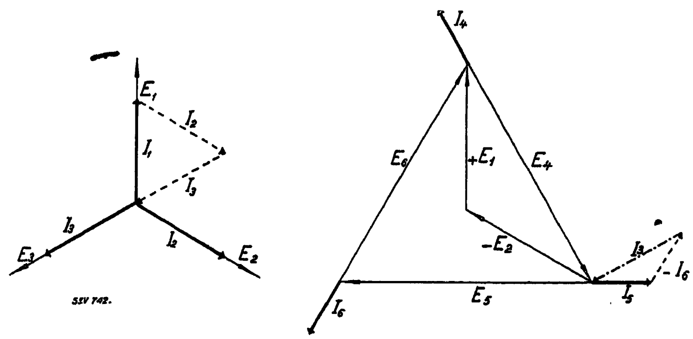


Fig. 2.

Es sei in Fig. 1 ein in Stern geschalteter Drehstromgenerator *G* auf drei in Dreieck geschaltete gleiche ohmsche Widerstände belastet. Es seien die drei Generatorenspannungen E_1, E_2, E_3 (Fig. 2) gegeben und es sollen die Widerstandsspannungen sowie die Ströme der Widerstände und der drei Generatorphasen bestimmt werden. Die Bezugspfeile zeichnen wir beim Generator vom Sternpunkt *S* wegweisend ein, bei den drei ohmschen Widerständen aber so, dass sie einen einheitlichen Umlaufsinn festlegen. (Man könnte die Bezugspfeile auch ganz beliebig eintragen und würde am Ende auch zum gleichen Ergebnis gelangen, doch wäre die Arbeit sehr umständlich.) Entsprechend den symmetrisch eingetragenen Bezugspfeilen der drei Generatorphasen erscheinen die an sich symmetrischen drei Generatorphasenspannungen als drei symmetrische Vektoren E_1, E_2 und E_3. Zur Ermittlung der Spannung E_4 des Widerstandes 4 verwenden wir den Spannungssatz, der besagt, dass die Spannungsvektoren E_2, E_1 *und* E_4 ein geschlossenes Polygon ergeben müssten, falls die Bezugspfeile von 2, 1 und 4 einen einheitlichen Umlaufsinn festlegen würden. Dies ist aber nicht der Fall, denn wenn wir den Weg über *B S A D E B* (Fig. 1) zurücklegen, tritt uns der Bezugspfeil von Phase 2 *entgegen,* während die andern *in* unserem angenommenen Umlaufsinn weisen. Die Schwierigkeit ist sofort behoben, wenn wir (dank des Umkehrungssatzes) den Bezugspfeil 2 und mit ihm den Vektor E_2 um 180° umkehren. Es müssen dann nach dem Spannungssatz die Vektoren minus E_2 plus E_1 plus E_4 ein geschlossenes Polygon bilden. Aus dieser Bedingung ergibt sich ohne weiteres die Lage von E_4 (siehe Fig. 2), denn E_4 ist von den drei Vektoren der einzige unbekannte. Da die Umkehrung nur vorübergehend notwendig ist, belässt man den Bezugspfeil und trägt den

entsprechenden Vektor *aber mit dem Minuszeichen* versehen in das Hilfsdiagramm ein. In ganz analoger Weise erhalten wir die Vektoren E_5 *und* E_6. Zur Probe ersehen wir, dass die Vektoren E_4, E_5 und E_6 ein geschlossenes Polygon ergeben, in Uebereinstimmung mit der Tatsache, dass die Bezugspfeile 4, 5 und 6 einen einheitlichen Umlaufsinn festlegen.

Die Ermittlung der Ströme macht uns keine Schwierigkeiten. Da wir keine ohmschen Spannungs-*„Abfälle“* eintragen, sondern die Vektoren E_4, E_5 und E_6 *ohmsche Gegenkräfte*[4]) sind, welche den die drei Widerstände durchfliessenden Strömen stets *entgegen*gerichtet sind, so erhalten wir die *Stromvektoren*, wenn wir die entsprechenden ohmschen Spannungsvektoren E_4, E_5 *und* E_6 nach rückwärts verlängern und die Stromwerte auf der Verlängerung *nach rückwärts* abtragen. Bezeichnen wir den Widerstand einer Phase mit R, so ist:

$$I_4 = -\frac{E_4}{R}, \tag{1}$$

wobei das *Minuszeichen* die *entgegengesetzte* Richtung von E_4 bezeichnet.

Um von den Widerstandsströmen zu den *Leitungs-* und *Generator-Phasenströmen* zu gelangen, verfahren wir in ähnlicher Weise wie bei der Ermittlung der Widerstandsspannungen. Betrachten wir z. B. den Verzweigungspunkt F (Fig. 1), so sind ihm die Bezugspfeile 5 und 3 *zu*gerichtet, während 6 von ihm *weg*weist. Es bilden demnach die Vektoren I_3, I_5 und $-I_6$ ein geschlossenes Polygon. Addiert man also (wie es in Fig. 2 geschehen ist) an I_5 vektoriell den Strom $-I_6$, so muss I_3 die Schlusseite des Polygons bilden. In ganz analoger Weise erhält man die Vektoren I_1 und I_2. Da der Sternpunkt S ein Verzweigungspunkt ist, von dem alle Bezugspfeile (1, 2, 3) wegweisen, so müssen (zur Probe) die Stromvektoren I_1, I_2 und I_3 ein geschlossenes Polygon bilden (siehe Fig. 2).

Das Diagramm zeigt (wie zu erwarten war), dass die Widerstandsspannungen $\sqrt{3}$ mal grösser als die Generatorphasenspannungen und die Linienströme $\sqrt{3}$ mal grösser als die Widerstandsströme sind. Auffallend aber ist, dass die Generatorspannungen und Ströme zusammen je *in Phase* liegen, während die Widerstandsspannungen und Ströme je in *Gegenphase* sind. Physikalisch aber wird uns die Sachlage sofort klar, wenn wir uns daran erinnern, dass wir im Diagramm nur *innere* (und keine aufgedrückte) *elektrische Kräfte* eingetragen haben. *Beim Durchfluss des Stromes durch den Widerstand tritt eine elektrische Kraft auf, welche den Stromdurchfluss hemmt, im Generator aber wirkt eine elektrische Kraft, welche den Stromdurchfluss fördert.* Wir sehen hieraus, dass diese Methode uns Diagramme liefert, aus welchen ohne weiteres erkennbar ist, ob ein Stromkreiselement *generatorisch* oder *motorisch* arbeitet. Hätten wir statt der ohmschen *induktive* Widerstände verwendet, so müsste z. B. der Strom I_4 der Spannung E_4 um 90^0 *voreilen.* (Wir tragen ja keine aufgedrückten Spannungen ein, sondern nur innere Kräfte und der innern E. M. K. einer Drosselspule eilt der Strom bekanntlich um 90^0 vor.) In analoger Weise verdrehen sich dann auch die andern zwei Ströme I_5 und I_6, und zwar geraten sie gegenüber ihrer früheren Lage um 90^0 in *Nacheilung*. Da die Ströme I_1, I_2 und I_3 durch die Ströme I_4, I_5 und I_6 bestimmt werden, so erfahren auch sie eine Verschiebung um 90^0 nach *rückwärts*, so dass z. B. I_1 jetzt der Spannung E_1 um 90^0 *nacheilt. Diese Tatsache entspricht aber den wirklichen physikalischen Verhältnissen, denn der induktiv belastete Generator arbeitet selber wie eine Kapazität, also kapazitiv.* Wir konstatieren, dass uns das Diagramm auch darüber Aufschluss erteilt, ob ein Stromkreiselement *induktiv* oder *kapazitiv* arbeitet.

Diese hier betrachteten Stromlagen, in welchen der Stromvektor liegen kann, sind nur vier Spezialfälle. Im allgemeinen kann der Stromvektor relativ zum Spannungs-

---

[4]) *Dr. O. Bloch:* „Die O. d. gr. W. T.“, Seite 10, und *Dr. M. Kloss:* „Vorzeichen- und Richtungsregeln für Wechselstromvektordiagramme“, aus: „Wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Siemens-Konzern“, II. Band, Seite 169, Jahrgang 1922.

vektor irgend eine beliebige Lage einnehmen. Diese wird durch den Winkel φ gekennzeichnet, den der Stromvektor mit dem Spannungsvektor bildet (Fig. 3). Der Winkel φ kann zwischen 0° und 360° variieren.

Zur Klassifikation der jeweiligen Lage des Stromvektors zerlegen wir die Spannungsebene in *vier Quadranten* (Fig. 3), die wir folgendermassen bezeichnen:

		φ	
Quadrant	I	0°– 90°	generatorisch-induktiv
„	II	90°–180°	motorisch-induktiv
„	III	180°–270°	motorisch-kapazitiv
„	IV	270°–360°	generatorisch-kapazitiv.

Den *Winkel* φ zählen wir vom Spannungsvektor aus gerechnet *positiv im Gegenuhrzeigersinn.*

Damit sich der Leser mit der neuen Einteilung vertraut machen kann, wollen wir einige bekannte elektrische Maschinen nach dem neuen System klassifizieren (wobei wir auch Gleichstrommaschinen nennen, weil Gleichstrom ein „Wechselstrom“ ist mit der Periodenzahl Null und der Phasenverschiebung 0° oder 180°).

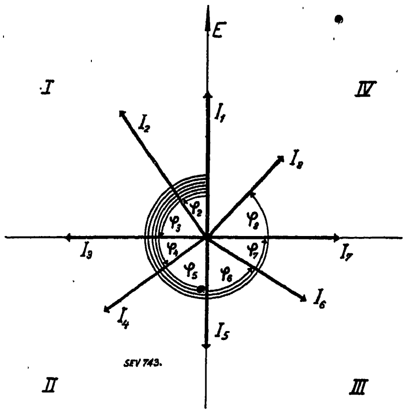


Fig. 3.
Zerlegung der Stromebene in die charakteristischen 4 Quadranten.

a) $\varphi = 0$: Synchrongenerator mit $\cos\varphi = +1$, kompensierter asynchroner Generator (bei $\cos\varphi = +1$), alle Gleichstrom*generatoren,* eine Akkumulatorenbatterie die *entladen* wird usw.

b) $0° < \varphi < 90°$: Untererregter Synchrongenerator, Asynchrongenerator, Einphasennutzbremsschaltung System Oerlikon usw.

c) $\varphi = 90°$: (oder annäh. 90°) Drosselspule, leerlaufender Asynchronmotor, leerlaufender *untererregter* Synchronmotor usw.

d) $90° < \varphi < 180°$: Asynchronmotor, untererregter Synchronmotor und untererregter Einankerumformer usw.

e) $\varphi = 180°$: Ohmscher Widerstand, Synchronmotor mit $\cos\varphi = -1$, kompensierter Asynchronmotor mit $\cos\varphi = -1$, normal erregter Einankerumformer mit $\cos\varphi = -1$, alle Gleichstrom*motoren,* Akkumulatorenbatterie, die *geladen* wird.

f) $180° < \varphi < 270°$: *Ueber*erregter Synchronmotor, überhaupt alle überkompensierten Motoren, z. B. Synchron-Induktionsmotoren, übererregter Einankerumformer usw.

g) $\varphi = 270°$: (oder annäh. 270°) Kondensator, leerlaufendes Kabel, übererregte *leerlaufende* Maschinen, z. B. leerlaufende übererregte Synchrongeneratoren, welche der Phasenverbesserung dienen (Phasenkompensator, Synchronkondensator) usw.

h) $270° < \varphi < 360°$: Uebererregter Synchrongenerator (wie er normalerweise in den Kraftwerken arbeitet), überkompensierter asynchroner Generator usw.

Die oben angegebenen Vektorensätze gestatten uns, eine grosse Anzahl von praktischen Problemen zu lösen, wie es z. B. die Bestimmung der Widerstandsspannungen und Ströme bei der Aufgabe nach Fig. 1 war. Aehnliche Fragen treten sehr häufig im Prüffeld und in Schaltanlagen auf. Die Lösung einer Reihe solcher Probleme findet der Leser in meiner eingangs erwähnten Arbeit im zweiten Teile. Nun gibt es in der Praxis aber noch viele Aufgaben, deren graphische Behandlung mittels der obigen Vektorensätze erhebliche Schwierigkeiten bereitet. Der Lösung solcher Probleme dienen die nachfolgenden Methoden.

2. *Der Fehlspannungssatz.*

Bei der Behandlung von Wechselstromproblemen tritt häufig der Fall ein, dass man weder den Strom- noch den Spannungssatz *allein* bei der Lösung des Problems anwenden kann, weil beide Gesetze in *gegenseitiger Wechselwirkung* den Vorgang beherrschen. Hierdurch wird die Lösung im allgemeinen sehr erschwert. Wir wollen, um uns nicht in Abstraktionen zu verlieren, ein einfaches Beispiel dieser Art im folgenden behandeln. Es seien in Fig. 4 zwei einander gleiche ohmsche Widerstände 4 und 5 und eine Drosselspule 6 von gleichem Scheinwiderstand miteinander in Stern an einen Generator *G* geschaltet. Die beiden Sternpunkte *S* und S_0 seien über dem Schalter *T* direkt miteinander verbunden.

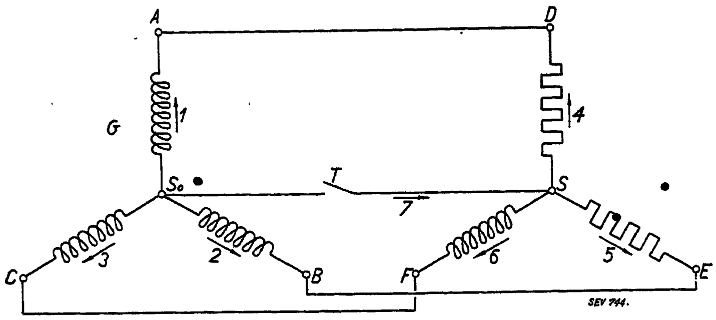


Fig. 4.
Unsymmetrische Belastung eines Dreiphasensystems.

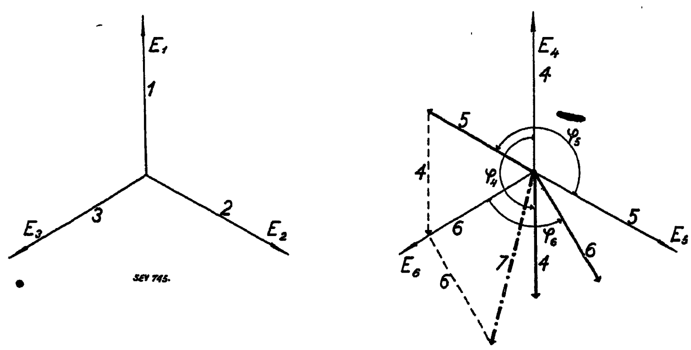


Fig. 5.
Unsymmetrische Belastung eines Dreiphasensystems.

Unsere Aufgabe bestehe darin, die Strom- und Spannungsverhältnisse der ganzen Schaltung bei *offenem* und *geschlossenem* Schalter *T* zu bestimmen. Wir sehen sofort ein, dass die Lösung äusserst einfach ist, wenn der Schalter *T* geschlossen ist, denn in diesem Fall ergibt der Spannungssatz (unter Berücksichtigung des Umkehrungssatzes), dass $E_1 = E_4$, $E_2 = E_5$ und $E_3 = E_6$ ist (siehe Fig. 5). Die Ströme lassen sich ohne weiteres einzeichnen: Die ohmschen Ströme 4 und 5 erscheinen zu ihren Spannungen je in *Gegenphase,* während Strom 6 seiner E.M.K. um 90° *voreilt.* Die Unsymmetrie der Anordnung bewirkt, dass die Stromsumme nicht gleich Null wird, sondern dass durch den Mittelleiter 7 der Summenstrom von 4, 5 und 6, nämlich Strom 7, fliesst. Damit ist aber der erste Teil unserer Aufgabe schon gelöst, und wir untersuchen jetzt was geschieht, wenn der Schalter *T* unterbrochen wird. Da der Summenstrom nicht mehr abfliessen kann, muss er gleich Null werden. Dies bedingt aber eine ganz andere Verteilung der Phasen*ströme* und fordert deshalb auch eine entsprechende Veränderung der Lage der Phasen*spannungen.* Diese Veränderung der Spannungslagen wird aber dadurch möglich, dass der Spannungssatz die Lage des Sternpunktes *S* nach dem Oeffnen von *T* nicht mehr unmittelbar diktiert. Der Spannungssatz verlangt jetzt nur noch (wie man leicht einsieht), dass die Vektor*differenz* von 1 und 2 gleich sei derjenigen von 4 und 5 usw.; er sagt aber nichts aus darüber, wie gross z. B. 4 oder 5 an sich sein sollen. *Der Sternpunkt muss und kann sich also so weit verschieben, bis die einzelnen Phasen solche Spannungen besitzen, dass die Vektorsumme der diesen Spannungen entsprechenden Ströme gleich Null wird.* Man könnte die Lösung in der Weise durchführen, dass man für verschiedene beliebig angenommene Stern-

punkte die Spannungs- und Stromvektoren konstruieren würde und so lange probierte, bis derjenige Sternpunkt gefunden wäre, für den sich das Strompolygon schliesst. Das Verfahren hat aber die grossen Nachteile, dass es sehr viel Zeit erfordert und keine genauen Resultate liefert. Um aber in methodischer Weise zum Ziele zu gelangen, müssten wir die analytische Methode zu Hilfe nehmen, wenn uns hier nicht ein ebenso einfaches wie interessantes Gesetz den Schlüssel zur Lösung bieten würde. Nimmt man nämlich, wie dies in Fig. 6 geschehen ist, für den Punkt S (Fig. 4) versuchsweise verschiedene Sternpunktlagen S' bzw. S'' bzw. S''' an und konstruiert man für jede der drei Sternpunktlagen den entsprechenden resultierenden Summenstromvektor I'_R bzw. I''_R bzw. I'''_R in bekannter Weise, so zeigt sich die interessante Erscheinung, *dass diese Ströme jeweils proportional sind der Entfernung der Punkte S' bzw. S'' bzw. S''' von einem bestimmten Punkte S der Spannungsebene (Fig. 6)* und weiters, *dass der Winkel φ'_Δ bzw. φ''_Δ bzw. φ'''_Δ den I'_R mit der Strecke SS' ($= E'_\Delta$), bzw. I''_R mit SS'' ($= E''_\Delta$)*, bzw. I'''_R mit SS''' ($= E'''_\Delta$) *bildet, in jedem Fall gleich gross, also von der Lage des angenommenen Sternpunktes unabhängig ist.* Da für den Punkt S der resultierende Stromvektor verschwindet, so erfüllt dieser Punkt die obige Bedingung: *S ist daher der gesuchte Sternpunkt.* Alle andern angenommenen Sternpunkte sind falsch und heissen deshalb *Fehlpunkte*. Die Distanz vom Fehlpunkt zum Sternpunkt hat die Dimension einer Spannung und soll deshalb die *Fehlspannung* (E'_Δ, E''_Δ usw.) genannt werden. Der jedem Fehlpunkt entsprechende Summenstrom (I'_R, I''_R usw.) soll mit *Fehlstrom* bezeichnet werden. Die Phasenverschiebung zwischen Fehlspannung und Fehlstrom heisst *Fehlwinkel* ($\varphi'_\Delta = \varphi''_\Delta = \varphi'''_\Delta = \varphi_\Delta$). Unsere ersten (allerdings noch unbewiesenen) Resultate lauten:

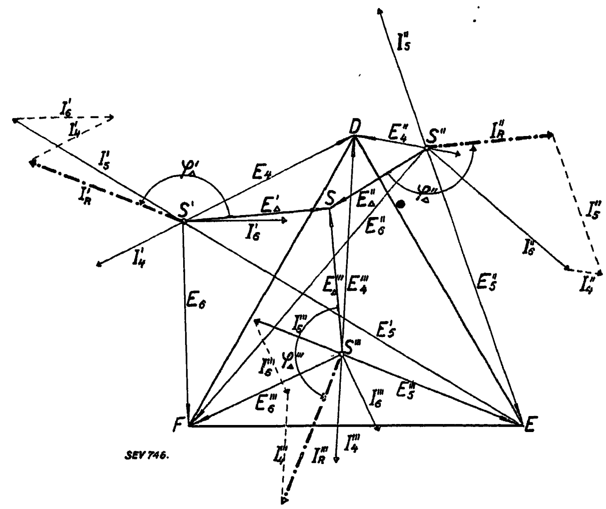


Fig. 6.

Der Fehlstrom ist proportional der Fehlspannung.

Der Fehlwinkel ist für jeden Fehlpunkt derselbe, er ist also unabhängig von der Lage des letzteren.

Der Beweis dieser Sätze führt zu einem weiteren ebenso interessanten als wichtigen Resultat. In Fig. 7 ist für dasselbe Beispiel der Sternpunkt S und ein Fehlpunkt S' eingetragen. Statt nun den Fehlstrom I_Δ als Summenstrom der den Spannungen E_4, E_5 und E_6 entsprechenden Phasenströme zu konstruieren, gelangt man zum gleichen Resultat, wenn man die Spannungen E_4 bzw. E_5 bzw. E_6 in ihre Komponenten E_Δ und E''_4 bzw. E_Δ und E''_5 bzw. E_Δ und E''_6 zerlegt. Die Vektorsumme der diesen Komponenten entsprechenden Ströme muss ebenfalls den Summenstrom I_Δ ergeben. Von diesen 6 Spannungskomponenten greifen wir drei heraus, nämlich E''_4, E''_5 und E''_6. Es sind dies, wie man aus der Fig. 7 ohne weiteres sieht, die Phasenspannungen für den wahren Sternpunkt S, deren Ströme (I''_4, I''_5 und I''_6) *definitionsgemäss* die Vektorsumme Null ergeben. Es bleiben also noch die restlichen 3 Spannungskomponenten. Diese sind nun aber jedesmal identisch mit der Fehlspannung E_Δ. Die entsprechenden Stromvektoren heissen I'_4, I'_5 und I'_6 und deren Vektorsumme ist der Fehlstrom I_Δ. Man kann sich also den Fehlstrom I_Δ auf folgende Art entstanden denken:

Schaltet man die 2 ohmschen Widerstände und die Drosselspule zusammen parallel an die Fehlspannung E_Δ, so wird das System einen Gesamtstrom aufnehmen, welcher identisch ist mit dem Fehlstrom.

Man erhält dasselbe Diagramm wie es schon in Fig. 7 enthalten ist. Der erste Widerstand wird den Strom I_4', der zweite den Strom I_5' und die Drosselspule den Strom I_6' aufnehmen. Der Summenstrom wird in der Tat I_Δ sein. Diese Tatsache bringen wir im *Fehlspannungssatz* zum Ausdruck:

Man erhält den Fehlstrom, wenn man alle (sonst in Stern geschalteten) Impedanzen einander parallel schaltet und auf sie die Fehlspannung wirken lässt. Aus diesem Satz gehen die zwei zuerst genannten Sätze ohne weiteres hervor. Durch den Fehlspannungssatz ist uns ein sehr bequemes Mittel zur Lösung dieser und ähnlicher Aufgaben in die Hand gegeben. Das vorliegende Problem, nämlich das Aufsuchen des Sternpunktes, kann jetzt einfach folgendermassen gelöst werden: Wir nehmen einen beliebigen Punkt der Spannungsebene (z. B. S', Fig. 7) als

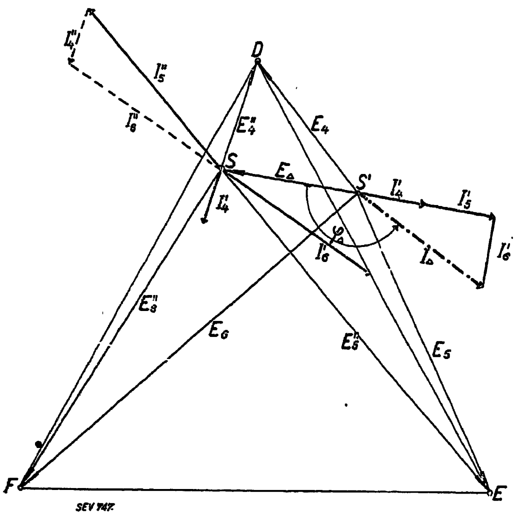


Fig. 7.

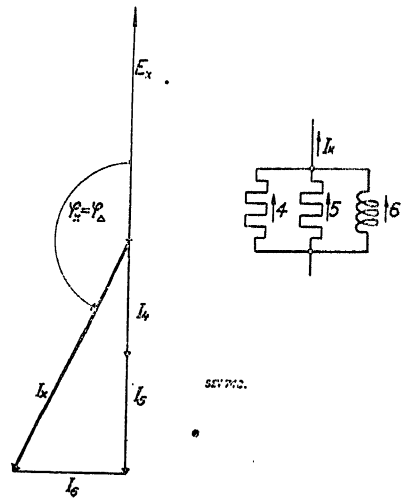


Fig. 8.

Sternpunkt an und konstruieren für ihn in bekannter Weise den Fehlstrom I_Δ. Um den Fehlwinkel und die Fehlspannung zu erhalten, nehmen wir eine beliebige Spannung E_X an (Fig. 8) und denken uns an diese Spannung unsere bekannten Widerstände in *Parallelschaltung* (Hilfsimpedanz) angeschlossen. Die beiden ohmschen Widerstände werden je von den Strömen I_4 bzw. I_5, die Drosselspule vom Strome I_6 durchflossen werden. Der Summenstrom ist I_X und der Winkel φ_X zwischen E_X und I_X ist unser gesuchter Fehlwinkel φ_Δ. Tragen wir diesen Winkel von I_Δ (Fig. 7) nach rückwärts ab (also im Uhrzeigersinn), so erhalten wir die Richtung von E_Δ. Da die 3 parallel geschalteten Impedanzen eine neue aber *konstante* Impedanz ergeben, so verhält sich:

$$\frac{E_\Delta}{I_\Delta} = \frac{E_X}{I_X}, \tag{2}$$

woraus sich E_Δ berechnet zu:

$$E_\Delta = E_X \frac{I_\Delta}{I_X}. \tag{3}$$

Trägt man den Vektor E_Δ von S' aus ab, *so liegt seine Spitze in dem gesuchten Sternpunkt S.* Zur Probe wird man gut tun, auch für S den Fehlstrom zu konstruieren, um sich zu überzeugen, ob letzterer wirklich gleich Null wird.

Wir sehen, dass das Oeffnen des Schalters *T* (Fig. 4) eine starke Sternpunktverlagerung hervorgerufen hat. Eine *Nutzanwendung* findet diese Erscheinung bei den *optischen Phasenzyklusindikatoren,* bei welchen die ohmschen Widerstände durch Glühlampen gebildet werden. *Diejenige Lampe, welche der andern in der Phase vorauseilt bleibt dann dunkel,* da sie zu wenig Strom erhält. Statt der Drosselspule wird bei einigen Ausführungen auch ein Kondensator verwendet. Der Sternpunkt verlagert sich dann in die gegenüberliegende Ecke bei *E* (Fig. 7) und die Verhältnisse werden dann gerade umgekehrt, indem die in der Phase nacheilende Lampe dunkel bleibt. (Da Glühlampen keinen von der Stromstärke unabhängigen Widerstand haben, fällt die Verlagerung nicht genau auf den von uns berechneten Punkt.)

Wir wollen hier auf eine *wichtige Einschränkung* aufmerksam machen, die der Fehlspannungssatz dadurch erfährt, dass wir bei der Beweisführung die Spannungen und Ströme in ihre *Komponenten* zerlegt haben. Diese Zerlegung ist eine Anwendung des *Superpositionsprinzips,* das bekanntlich nur gilt, *wenn die Impedanzen weder Funktion des Stromes noch der Spannung sind.* Diese Bedingung ist aber genügend. *Es ist nicht erforderlich, dass die Impedanz konstant sei, sie darf auch Funktion eines von Strom und Spannung unabhängigen Parameters sein.* Zum bessern Verständnis dieses Satzes wollen wir den Begriff der Impedanz näher ins Auge fassen.

3. *Impedanz und Admittanz.*

Unter der Impedanz eines Stromkreiselementes verstehen wir ganz allgemein das Vektorverhältnis seiner Klemmenspannung zu dem das Element durchfliessenden Strom. Der Begriff der Impedanz lässt sich am leichtesten *anschaulich* erfassen, denn er enthält nicht nur den Quotienten aus Spannung und Strom als algebraische Grössen, sondern die Impedanz ist auch charakterisiert durch den Winkel der Phasenverschiebung zwischen Spannung und Strom. Das reine Zahlenverhältnis, nämlich den Quotienten aus Spannung und Strom bezeichnen wir als *Grösse* der Impedanz, die Grösse der Phasenverschiebung aber als *Charakter* der Impedanz. Wir wollen den Begriff der Impedanz in dem Sinne erweitern, dass wir auch dann noch von einer Impedanz sprechen, wenn sich das Vektorverhältnis von Spannung zu Strom nach einem beliebigen Gesetz parameterartig verändert. In diesem Sinne stellen also auch der Asynchronmotor und die Synchronmaschine Impedanzen dar. Es besteht jedoch zwischen diesen beiden ein *wesentlicher* Unterschied. Wird beim Asynchronmotor die Spannung gesteigert, so steigen (falls wir von der Sättigung absehen) der Leerlauf- und Kurzschlusstrom *proportional* an, wodurch sich auch der Heylandsche Kreis proportional vergrössert. Bei der Synchronmaschine aber wächst mit steigender Spannung der Arbeitskreis des Primärstromes *nicht proportional,* sondern nach einem ganz andern Gesetz. Impedanzen der ersten Art nennen wir *proportionale.* Auf sie darf der Fehlspannungssatz ohne weiteres angewandt werden, bei den Impedanzen der zweiten Art ist seine Anwendung *nicht* gestattet.

Den Begriff der *Impedanz* können wir am einfachsten definieren als *vektoriellen Widerstand.*[5]) *Resistanz* und *Reaktanz* sind nur *Spezialfälle* der Impedanz.

Der reziproke Wert der Impedanz ist die Admittanz, nämlich das Vektorverhältnis von Strom zu Spannung oder einfach die vektorielle Leitfähigkeit. Spezialfälle davon sind die *Konduktanz* und die Suszeptanz. Von allen diesen Bezeichnungen verwenden wir nur die *Impedanz* und die *Admittanz.*

4. *Die kurze elektrische Leitung. Die Doppel-Inversion.*

Unter einer kurzen elektrischen Leitung verstehen wir eine solche, bei der sich der Einfluss der Verteilung der Induktivität, Kapazität und des ohmschen Wider-

[5]) In der Praxis findet man für den Begriff der *Impedanz* auch den Ausdruck *Wechselstromwiderstand;* in analoger Weise müsste man dann die *Admittanz* als *Wechselstromleitfähigkeit* bezeichnen.

standes längs der Leitung praktisch nicht bemerkbar macht, so dass man sich die Induktivität und den ohmschen Widerstand in eine einzige Impedanz konzentriert denken kann, während die Kapazität vollkommen vernachlässigt werden darf. Die Leitung kann dann als eine einzige (feste) Impedanz Z (Fig. 9) aufgefasst werden.

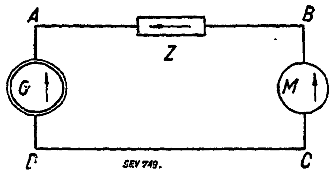


Fig. 9.
Prinzipielles Schema der kurzen Leitung.

Von allen Leitungsproblemen interessiert uns am meisten die folgende Frage: Der Generator G liefere eine feste Spannung E. Am Ende der Leitung befinde sich eine variable aber *proportionale* Impedanz M, die durch ihr Admittanzdiagramm (bezogen auf die feste Spannung E) gegeben sei. Es interessiert uns vor allem zu erfahren, welche Spannung an den Klemmen von M herrscht und welchen Strom die Impedanz M unter dieser Spannung aufnehmen wird. Auf den ersten Blick erscheint die Lösung recht schwierig. Denn um den Strom (bei gegebenem Parameterwert) zu bestimmen, müsste man die Klemmenspannung von M kennen. Diese Klemmenspannung ist nun aber selbst erst wieder durch den Strom bestimmt. Es scheint also, dass man nur durch ein mühsames Näherungsverfahren zum Ziel gelangen könne. Im folgenden werden wir aber eine Methode kennen lernen, die uns bei grosser Einfachheit gestattet, alle gesuchten Grössen in methodischer Weise graphisch zu bestimmen.

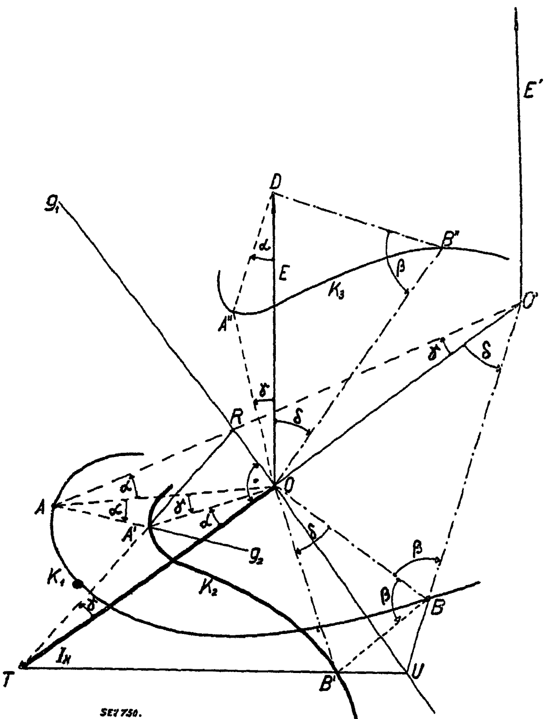


Fig. 10.
Entwicklung der Doppelinversion.

Die variable proportionale Impedanz M sei durch ihr Admittanzdiagramm nämlich die Stromkurve K_1 (bezogen auf E), Fig. 10, gegeben. Die Leitungsimpedanz werde dargestellt durch das Verhältnis von E zu I_k. Der Strom I_k ist dann nichts anderes als der *Dauerkurzschlusstrom* der Leitung. Denken wir uns vorläufig die Leitungsimpedanz Z gleich Null, so wäre die Spannung an den Klemmen von M gleich E und der Vektor des Stromes, welcher M durchflösse, würde auf der Ortskurve K_1 wandern. Durch die Zwischenschaltung von Z erfährt natürlich die Klemmenspannung von M einen „Abfall" und deshalb wird auch die Stromkurve eine andere.

Wir nehmen vorerst für die Spannungslage von B (Fig. 9) den Ort C als *Fehlpunkt* an, d. h. wir schliessen die Leitung kurz und erhalten als Fehlstrom den Kurzschlusstrom I_k (Fig. 10). Die *Hilfsimpedanz* stellt sich dar als *Parallelschaltung von Motor M und Leitung Z.* Ihr Diagramm erhalten wir am einfachsten, wenn wir den Kurzschlusstrom I_k nach rückwärts verschieben, so dass $\overline{O\,O'}$ gleich $\overline{T\,O}$ (Fig. 10) wird. Tragen wir von O' aus den Spannungsvektor E' vertikal nach oben ab (wobei E' gleich E), so stellt die Kurve K_1, bezogen auf E', in der Tat das Admittanzdiagramm der Hilfsimpedanz dar. Die Fehlspannung z. B. für den Strompunkt A ergibt sich aus der Beziehung:

$$\frac{\overline{OA''}}{I_k} = \frac{E'}{\overline{O'A}} = \frac{E}{\overline{O'A}}, \tag{4}$$

woraus:

$$\frac{\overline{OA''}}{E} = \frac{I_k}{\overline{O'A}}. \tag{5}$$

Mit Bezugnahme auf den *Fehlwinkel* muss sein:

$$\sphericalangle\, O O' A = \sphericalangle\, D O A'' = \sphericalangle\, \gamma \tag{6}$$

und somit sind die Dreiecke $O D A''$ und $O' A O$ einander ähnlich. Es ist also auch

$$\sphericalangle\, A'' D O = \sphericalangle\, O' A O = \sphericalangle\, \alpha. \tag{7}$$

Die Fehlspannung $\overline{OA''}$ stellt die gesuchte Motorspannung für den Strompunkt A (Fig. 10) dar. Die Verkleinerung der Klemmenspannung bewirkt naturgemäss auch einen entsprechenden Stromrückgang in der Impedanz M. Da wir diese Impedanz ausdrücklich als proportional angenommen haben, so erfährt demnach auch der Strom einen proportionalen „Abfall". Entsprechend der Verkleinerung der Spannung im Verhältnis $\overline{OD}$ zu $\overline{OA''}$, reduziert sich der Strom im Verhältnis $\overline{OA}$ zu $\overline{OA'}$. Die Voreilung der Spannung um den Winkel γ verursacht auch eine solche des Stromvektors, so dass das Dreieck $OA'A$ ähnlich Dreieck $OA''D$ ist. Es ist also auch:

$$O A A' = \sphericalangle\, \alpha. \tag{8}$$

Die Strecke $\overline{OA'}$ stellt unsern gesuchten Stromvektor dar.

Für die geometrische Konstruktion von A' ergibt sich eine sehr einfache Lösung. Da die Impedanz Z konstant ist, entspricht jedem sie durchfliessenden Strome ein bestimmter Spannungsabfall. Dem Strome I_k entspricht die Spannung $E = \overline{OD}$, dem Strome $\overline{OA'}$ die Spannung $\overline{DA''}$, so dass das Dreieck $O A'' D$ ähnlich dem Dreieck $T A' O$ ist. Es ist also auch:

$$\sphericalangle\, O T A' = \sphericalangle\, D O A'' = \sphericalangle\, \gamma. \tag{9}$$

Fällt man daher auf $\overline{O'T}$ in O die Normale g_1, so schneiden sich die Strahlen $\overline{O'A}$ und $\overline{TA'}$ im selben Punkte R auf der Normalen g_1.

Die Konstruktion der gesuchten Ortskurve K_2 des wahren Stromes geschieht deshalb nach der einfachen *Regel* (Fig. 10):

Man verschiebe den Kurzschlusstrom I_k der Leitung nach rückwärts, so dass $\overline{O'O} = \overline{OT}$ wird und fälle durch O das Lot g_1 auf diese Strecke. Von einem beliebigen Punkt A der Admittanzkurve K_1 (welche sich auf E beziehen muss) ziehe man die Verbindungen nach O und O'. Die Letztere schneidet g_1 in R. Beide Verbindungen schliessen in A den Winkel α ein, den wir an $\overline{OA}$ von A aus spiegelbildlich abtragen. Es entsteht die Gerade g_2. Diese schneidet die Verbindungsgerade von T nach R in dem gesuchten Punkte A'.

Indem man diese Konstruktion für alle Punkte von K_1 durchführt, entsteht die Kurve K_2, die in ihrer Form von der ersten Kurve im allgemeinen wesentlich abweicht.

Wie wir schon oben auseinandergesetzt haben, ist der Spannungsabfall dem Strome proportional. Deshalb beschreibt der Spannungspunkt A'' eine zu K_2 *ähnliche* Kurve K_3, die sich aus K_2 in bekannter Weise leicht konstruieren lässt.

Die Kurve K_2 kann man auch aus K_1 mit Hilfe der in der theoretischen Elektrotechnik allgemein bekannten Methoden mittels *zweimaliger Inversion* berechnen. Das hier angegebene Verfahren enthebt uns dieser umständlicheren Arbeit, indem es anhand einer einfachen geometrischen Konstruktion gestattet, diese *doppelte Inversion* in einem einmaligen Arbeitsprozess durchzuführen. Wir wollen deshalb die neue Konstruktionsmethode als *Doppelinversion* bezeichnen. Wir sagen auch die Kurve K_2 sei zu K_1 *doppelt-*

invers. K_3 ist zu K_2 immer ähnlich, also zu K_1 auch doppeltinvers. Die doppeltinversen Kurven sind im allgemeinen komplizierter als die ursprünglichen Kurven, aus welchen sie entstanden sind. Einige Kurven aber, z. B. der Kreis, behalten ihren geometrischen Charakter beim Invertieren. Deshalb erscheint auch der Kreis nach der Doppelinversion wiederum als Kreis. Wir nennen den Punkt O' (Fig. 10) das *Inversionszentrum;* der ihm entsprechende doppeltinverse Punkt liegt im Unendlichen. Dem unendlich fernen Punkt entspricht Punkt T. Nur ein einziger Punkt der Stromebene, nämlich O, entspricht sich selbst. Jeder Geraden durch O' entspricht eine Gerade durch T, jedem Kreis durch O' eine Gerade von allgemeiner Lage.

Ist die Ortskurve K_1 ein *Kreis allgemeiner Lage,* so genügt es zur Konstruktion der Kreise K_2 und K_3, wenn man die Doppelinversion dreier passend verteilter Kreispunkte durchführt, da durch die so erhaltenen Punkte die Kreise K_2 und K_3 genügend bestimmt sind.

5. Der Transformator.

Das bekannte Transformatordiagramm, wie wir es noch heute in den meisten Lehrbüchern finden, stammt aus der Zeit, da die Starkstromtechnik sich noch in ihren Anfängen befand. Es lässt deutlich erkennen, dass die ehemals gebräuchlichen Transformatoren vom elektrischen Energiestrom gewöhnlich nur in einer und derselben Richtung durchflossen wurden. Man konnte damals auch noch mit vollem Rechte von einer Primär- und einer Sekundärseite sprechen. Dieser Unterschied kam auch in der graphischen Darstellung deutlich zum Ausdruck, indem man die Klemmenspannung der Primär- und der Sekundärseite verschieden definierte und sie auch dementsprechend verschieden im Diagramm darstellte[6]).

Den heutigen Anforderungen genügt dieses Diagramm nicht mehr. In vielen Betrieben befinden sich heute Transformatoren, deren Durchgangsenergie ihre Richtung öfters wechselt. Zur Darstellung solcher Vorgänge eignet sich das im nachfolgenden beschriebene Diagramm bedeutend besser als das alte. Das neue besitzt gegenüber dem alten nicht nur den Vorteil der *vollkommenen Stetigkeit,* sondern es lässt sich auch viel leichter konstruieren, weil der Aufbau in konsequenter Weise anhand einfacher Regeln durchgeführt wird.

Bevor wir mit der Konstruktion des neuen Diagrammes beginnen, wollen wir eine wichtige Festsetzung betreffend die *Eintragung der Bezugspfeile* treffen. Es ist im Prinzip gleichgültig, wie man die Bezugspfeile der Primär- und der Sekundärseite einträgt, da die Eintragung an sich nur eine äusserliche Massnahme ist, die mit den physikalischen Vorgängen selbst gar nichts zu tun hat. Es erweist sich aber für die Konstruktion des Diagrammes aus praktischen Gründen als sehr zweckmässig, wenn man folgende Regel befolgt:

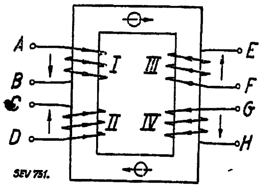


Fig. 11.
Wicklungssinn und Bezugsrichtungen im Transformator.

Besitzt ein Transformator mehrere Wicklungen (Fig. 11), so sollen die Bezugspfeile jeder derselben so eingetragen werden, dass alle Spulen den Kern im gleichen Umlaufsinn magnetisieren, falls sie von Strömen durchflossen werden, die in jeder Spule dem Durchlaufsinn des betreffenden Bezugspfeiles folgen. Aus diesem Satz folgt:

Befinden sich zwei Spulen auf demselben Kern, so sind ihre Bezugspfeile gleichgerichtet, wenn die Spulen gleichsinnig gewickelt sind. Für Spulen, die nicht auf demselben Kern sitzen, gilt genau das Umgekehrte (Fig. 11). Für Dreiphasentransformatoren gilt unsere Abmachung nur für Spulen, die auf dem gleichen Kerne sitzen.

Durch diese Festsetzung wird auch die Richtung der E M K-Vektoren festgelegt. Aendert der Flux Φ (Fig. 11) seine Grösse, so haben alle E M Ke entweder die Richtung der entsprechenden Bezugspfeile oder es haben alle miteinander die ent-

[6]) *E. Arnold:* „Die Wechselstromtechnik" Band II, Seite 38, Auflage 1922.

gegengesetzte Richtung. Hieraus folgt, *dass alle Vektoren der Nutzflux-EMKe als miteinander genau in Phase liegend im Diagramm erscheinen.*

Die Darstellung der elektrischen Vorgänge im Transformator wird am verständlichsten, wenn man nicht nur das Transformatordiagramm allein, sondern auch die Diagramme der beiden Maschinen zeichnet, zwischen welche der Transformator geschaltet ist. In Fig. 12 stellen 3 und 4 die beiden Transformatorspulen dar, während mit 1 und 2 die beiden Maschinen bezeichnet sind. Beim Aufbau der Diagramme gehen wir aus von den in 3 bzw. 4 durch den gemeinsamen Nutzflux induzierten EMKe E_3 bzw. E_4 (Fig. 13). Der sekundäre Strom sei I_4. Dieser erzeugt eine induktive Streu-EMK, sowie eine ohmsche Gegenkraft, welche als Vektorsumme mit E_4 die sekundäre Klemmenspannung V_4 ergeben. Die Primärseite empfängt von Maschine 1 den Leerlaufstrom I_{03} und den sogenannten Kompensationsstrom I_{c4}, der die magnetomotorische Kraft von I_4 vollständig kompensiert. Beide zusammen ergeben den wahren Primärstrom I_3. Der Leerlaufstrom I_{03} besteht aus einer rein induktiven Magnetisierungs- und einer Wattkomponente (im motorischen Gebiet). Letztere dient zur Deckung der Eisenverluste. An E_3 addieren sich die Streu-EMK und die ohmsche Gegenkraft von I_3 und ergeben die primäre Klemmenspannung V_3. Entsprechend der Eintragung der Bezugspfeile wird:

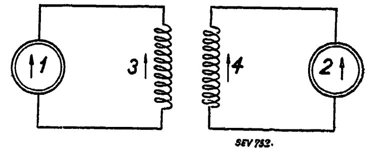


Fig. 12.

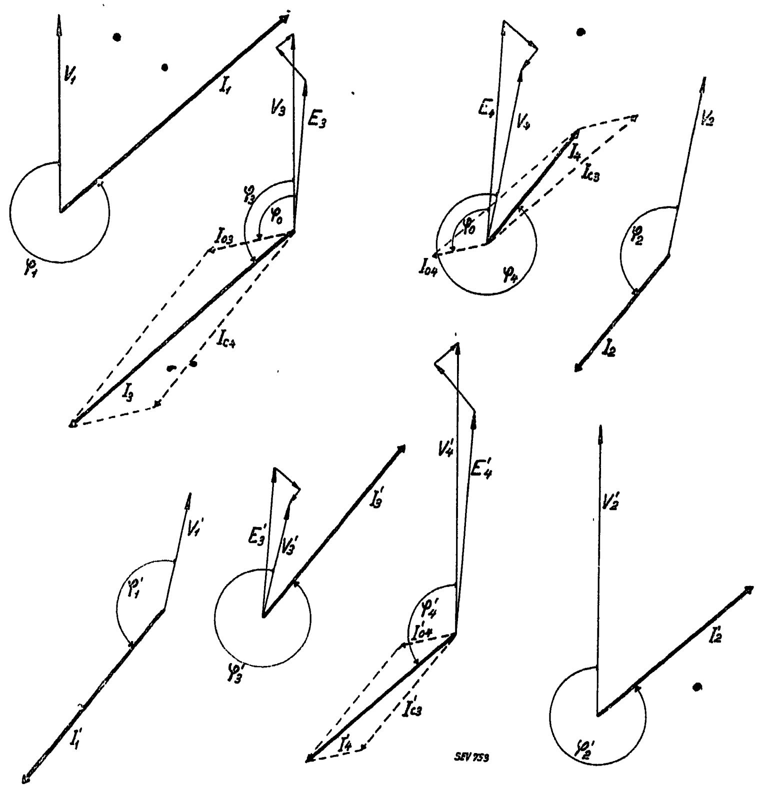


Fig. 13.
Diagramme des belasteten Transformators bei variabler Durchgangsrichtung der elektrischen Energie.

$$V_1 = V_3;\ V_2 = V_4;\ \text{und}\ I_1 = -I_3;\ I_2 = -I_4.$$

Maschine 1 ist *Generator,* Maschine 2 *Motor.* Wir haben hier angenommen, dass die Primärseite den Magnetisierungsstrom (I_{03}) aufnehme. Es ändert sich aber an den effektiven Strömen gar nichts, wenn man den sekundären Strom I_4 zerlegt in den Magnetisierungsstrom I_{04} und den Kompensationsstrom I_{c3}, der den primären Strom I_3 kompensiert. *Es ist also Willkür, wenn man beim belasteten Transformator den Magnetisierungsstrom auf der sogenannten Primärseite einträgt.*

$$B_0'A' : E_4 = I_3 : I_4. \tag{10}$$

Wir erhalten so ein Spannungsdreieck $O'\,B_0'\,A'$ (Fig. 18 f), welches (da beide Impedanzen fest sind) dem *Leerlaufdreieck* $O\,B_0\,A$ (Fig. 20) ähnlich sein muss. Das letztere erhält man also einfach durch Abtragen entsprechender Winkel oder durch proportionale Vergrösserung sich entsprechender Seiten.

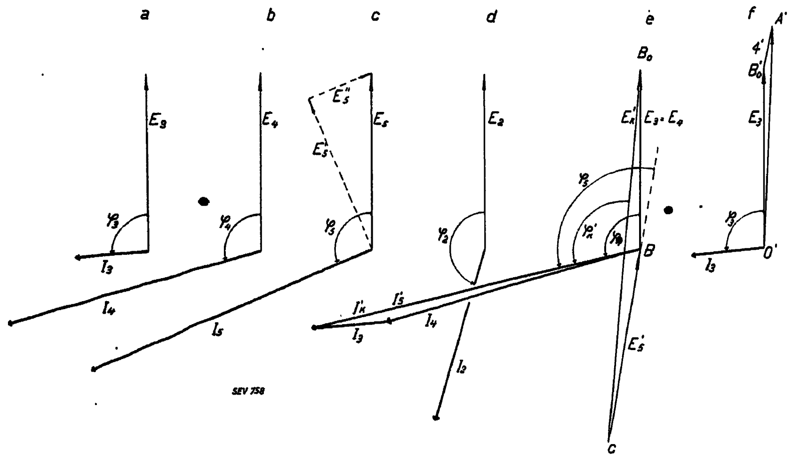


Fig. 18.

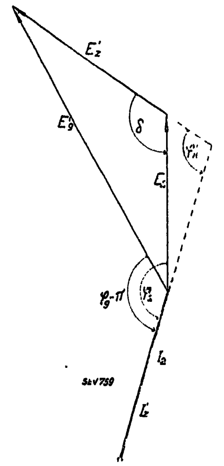


Fig. 19.

Nachdem wir so in einfacher Weise die Lage des Leerlaufpunktes B_0 ermittelt haben, konstruieren wir das *Kurzschlussdiagramm,* also das Diagramm der Impedanz Z_k'. Unter den gleichen Spannungen E_3 und E_4 nehmen die einander parallel geschalteten Impedanzen 3 und 4 die Ströme I_3 und I_4 auf, deren Vektorsumme den Strom I_5' ergibt (Fig. 18 e). Die den Impedanzen 3 und 4 vorgeschaltete Impedanz 5 wird beim Durchfluss von I_5' eine Spannung E_5' annehmen, die dem Strome I_5' um den Phasenwinkel φ_5 nacheilt und die sich aus der Proportion berechnet:

$$E_5' : I_5' = E_5 : I_5. \tag{11}$$

Die Vektorsumme von E_3 und E_5', nämlich E_k', bildet mit I_5' $(= I_k')$ die *Kurzschlussimpedanz* Z_k'.

Da nun sowohl die reduzierte Generatorspannung E_g' $(= \overline{O\,B_0})$ sowohl als auch die Impedanz Z_k' und die Motorimpedanz bekannt sind, so könnten wir unter Verwendung der Doppelinversion in einfacher Weise zur Bestimmung des Motorstromes gelangen. Wir schlagen aber einen andern Weg ein, der uns zu einem Diagramm führt, aus dem wir alle zusammengehörenden Ströme und Spannungen leicht abgreifen können. Wird nämlich der Motor M (Fig. 17) von einem Strome I_2 (Fig. 19) durchflossen, so nimmt er eine Spannung E_2 auf, welche dem Strome I_2 um den Phasenwinkel φ_2 nacheilt. Die mit dem Motor in Serie geschaltete Impedanz Z_k' aber wird eine Spannung E_z' aufnehmen, welche I_2 um den Phasenwinkel φ_k' nacheilt. Da aber beide Phasenwinkel konstant sind, so werden die beiden Spannungen E_2 und E_z' einen festen Winkel einschliessen, nämlich den Winkel:

$$\delta = \varphi_k' - \varphi_2 + \pi \text{ (Fig. 19).} \tag{12}$$

Die Ortskurve des Punktes C (Fig. 17) muss daher so beschaffen sein, dass von jedem ihrer Punkte aus die Strecke $\overline{O\,B_0}$ (Fig. 20) unter dem Winkel δ erscheint. Diese Bedingung erfüllt bekanntlich der *Kreis. Die gesuchte Ortskurve von C ist ein Kreis K_1 durch die Punkte O und B_0* (Fig. 20), dessen Zentrum folgendermassen gefunden wird: Auf die Strecke $\overline{O\,B_0}$ wird das Mittellot s_1 gefällt (Fig. 20). An $O\,B_0$ trägt man von O aus im Gegenuhrzeigersinn den Winkel ε ab, wobei:

$$\varepsilon = \delta - \frac{\pi}{2} = \varphi_k' - \varphi_2 + \frac{\pi}{2}. \qquad (13)$$

Der eine Schenkel des Winkels ε, nämlich g_1 schneidet s_1 in dem gesuchten Zentrum M_1. Die Ortskurve von B (Fig. 16) finden wir sehr einfach, indem wir von der Tatsache ausgehen, dass das Impedanzdreieck $C\,B\,B_0$ (Fig. 18e und Fig. 16 der Kurzschlussimpedanz Z_k') sich selbst immer ähnlich bleiben muss. Die Ortskurve B muss also derjenigen von C ähnlich sein (denn B_0 ist ja fest). B bewegt sich also auch auf einem *Kreis,* der sich leicht konstruieren lässt, denn es ist:

$$\triangle\, C\,B\,B_0 \text{ (Fig. 18e)} \sim \triangle\, P_d P_d' B_0 \text{ (Fig. 20)} \sim \triangle\, M_1 M_2 B_0 \sim$$
$$\sim \triangle\, O\,P_k' B_0 \sim \triangle\, P_1 P_2 B_0 \text{ (Fig. 20)}. \qquad (14)$$

Die Ortskurve von B ist also ein Kreis K_2 mit dem Zentrum in M_2.

Auf jedem dieser Spannungskreise interessieren uns je zwei besonders wichtige Punkte, nämlich die *Leerlaufs-* und die *Kurzschlusspunkte.* Im *Leerlauf* (Motor*strom* gleich Null) fallen die Punkte C und B, da der Spannungsabfall verschwindet, mit B_0 zusammen (Fig. 16 und 20). Im *Kurzschluss* (Motor*spannung* gleich Null) fällt C mit O zusammen, während B nach P_k' zu liegen kommt (Fig. 20). Für diesen Punkt gilt (auf Grund ähnlicher Dreiecke) die Gleichung:

$$\sphericalangle\, B_0 P_k' M_2 = \sphericalangle\, \varepsilon. \qquad (15)$$

Die *Ortskurven der Ströme* erhalten wir sehr einfach. Da der Kreis K_2 die Ortskurve des Punktes B ist und somit die jeweiligen Verbindungen der Kreispunkte nach dem festen Punkte A die Grösse und Phasenlage der Spannungen der Impedanz 4 (Fig. 15) darstellen, so müssen auch die entsprechenden Ströme auf einer ähnlichen Kurve, also auch auf einem Kreise liegen, denn die Impedanz 4 ist ja fest. Für den beliebig herausgegriffenen Punkt P_2 hat die Spannung den Wert $P_2 A$. Der entsprechende Stromvektor, nämlich $O\,P_3$ eilt der Spannung $P_2 A$ um den Impedanzwinkel φ_4 voraus. Seine Grösse berechnet sich aus der Proportion:

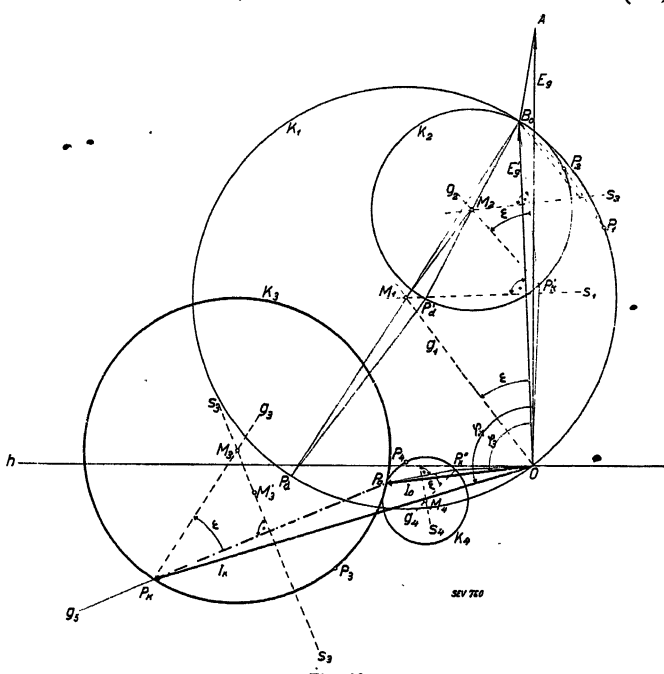


Fig. 20.
Diagramm des Transformators für konstante Primärspannung und konstante sekundäre Phasenverschiebung aber variablen Strom.

$$\overline{O\,P_3} : \overline{P_2 A} = I_4 : E_4 \text{ (Fig. 18b und 20)}. \qquad (16)$$

Dem Punkte B_0 entspricht auf dem Stromkreise K_3 der Punkt P_0, dem Punkte P_k' der Punkt P_k. Auch für die Konstruktion des Kreismittelpunktes M_3 gilt das gleiche Verfahren wie zur Bestimmung von M_2:

Die Ortskurve des Primärstromes ist ein Kreis K_3 mit dem Zentrum in M_3.

Die Verbindungen von O an die Kreispunkte K_2 stellen die möglichen Spannungswerte der Impedanz 3 (Fig. 15) dar. Die entsprechenden Stromwerte lassen

sich in ganz analoger Weise konstruieren wie die Primärströme. Auch für das Zentrum M_4 gilt die gleiche Konstruktion wie für M_1, M_2 und M_3. Der Spannung $\overline{OP_2}$ entspricht der Magnetisierungsstrom $\overline{OP_4}$:

Die Ortskurve des Magnetisierungsstromes ist ein Kreis K_4 mit dem Zentrum in M_4.

Im Kurzschluss geht der Magnetisierungsstrom auf ungefähr den halben Wert des Leerlaufstromes zurück (Punkt P_k''). Dem beliebig angenommenen Punkte P_1 auf K_1 entspricht P_2 auf K_2, bzw. P_3 auf K_3 und P_4 auf K_4. Es lassen sich nun aus unserem Diagramm (Fig. 20) alle gewünschten *Spannungen* und *Ströme* leicht abgreifen:

Die Motorspannung	$\overline{O\,P_1}$	Der Motorstrom	$\overline{P_4 P_3}$
Die Spannung der Impedanz 5 (Fig. 15)	$\overline{P_2 P_1}$	Der Strom der Impedanz 5	$\overline{P_3 P_4}$
Die Spannung der Impedanz 3	$\overline{O\,P_2}$	Der Strom der Impedanz 3	$\overline{O\,P_4}$
Die Spannung der Impedanz 4	$\overline{P_2 A}$	Der Strom der Impedanz 4	$\overline{O\,P_3}$
Die feste Generatorspannung	$\overline{O\,A}$	Der Generatorstrom	$\overline{P_3 O}$

Der *Leerlauf-* (P_0) und *Kurzschlusspunkt* (P_k) lassen sich experimentell leicht bestimmen. Beide Punkte sind von φ_2 *vollkommen unabhängig.* Es bewegt sich deshalb das Kreiszentrum M_3 mit variablem φ_2 auf der Geraden s_3 (die übrigen Zentren bewegen sich auf den entsprechenden Mittelloten). Für $\varepsilon = \frac{\pi}{2}$ oder nach Gleichung 13) $\varphi_2 = \varphi_k'$ wandert M_3 ins Unendliche und *der Kreis K_3 degeneriert zur Geraden g_5 durch P_0 und P_k.* Ist die Impedanz von 4 gleich derjenigen von 5, so wird $\varphi_k' = \varphi_k$ (symmetrischer Stromkreis). Die Phasenverschiebung und Spannung beim sekundären Kurzschlussversuch ist dann gleich derjenigen des primär ausgeführten Kurzschlussversuches.

Einen praktisch sehr wichtigen Spezialfall unseres Diagrammes erhalten wir, wenn $\varphi_2 = \pi$ wird. Es ist der Fall des *rein ohmisch belasteten Transformators.* Dieses Diagramm ist bekanntlich auch dasjenige der *Asynchronmaschine.* In diesem Falle wird:

$$\varepsilon = \varphi_k' - \pi + \frac{\pi}{2} = \varphi_k' - \frac{\pi}{2}. \tag{17}$$

Im Diagramm Fig. 20 kommt dann das *Zentrum von K_3 nach M_3'*, also etwas *unter* die horizontale Gerade h ins motorisch-induktive Gebiet zu liegen. Ersetzt man in Gleichung (17) φ_k' durch φ_k (was meistens zulässig ist), so erhält man eine sehr einfache und praktisch genügend genaue Konstruktionsmethode des *Diagrammes der Asynchronmaschine*[8]).

Da sich sowohl I_0 als auch I_k mit der Spannung E_g (Fig. 20) proportional ändert, so sieht man ohne weiteres ein, dass die *Asynchronmaschine* (was wir schon früher behauptet haben) eine zwar variable aber *proportionale Impedanz* darstellt.

8. *Die Einphasen-Nutzbremsschaltung der Maschinenfabrik Oerlikon.*

Da das genaue Diagramm dieser Schaltung meines Wissens in der Literatur nicht bekannt ist, dürfte seine graphische Entwicklung von Interesse sein. Fig. 21 stellt diese Schaltung dar, und zwar in der vereinfachten Form, in der Feld- und Ankerstromkreis gemeinsam an den Stufenschalter angeschlossen sind. In der Fig. 21 bedeuten:

Fd	den Fahrdraht	*W*	die Wendefeldwicklung
T	den Lokomotivtransformator	*C*	die Kompensationswicklung
BD	die Bremsdrosselspule	*S*	den Stufenschalter
A	den Motoranker	*F*	die Motorfeldwicklung

[8]) *Kittler-Petersen:* „Allgemeine Elektrotechnik", II. Band, Seite 555. *Kittler-Petersen* gelangt auf wesentlich umständlicherem Wege zu einem im Prinzip gleich aufgebauten Diagramm der Asynchronmaschine.

Den totalen induktiven und ohmschen Widerstand der Fahrleitung und des Lokomotivtransformators denken wir uns durch die Impedanz 6 dargestellt. Das Diagramm wird (mit praktisch vollkommen ausreichender Genauigkeit) wesentlich vereinfacht, wenn wir die Annahme machen, dass der Magnetisierungsstrom des Transformators T auch dessen Niederspannungswicklung durchfliesse. Dadurch wird allerdings der Spannungsabfall des Transformators ein klein wenig grösser als er in Wirklichkeit ist. Wir ersparen uns jedoch die Einfügung einer besonderen Erregeradmittanz und können den Magnetisierungsstrom einfach zum Feldstrom des Motors zuschlagen. Andernfalls wären wir auch genötigt, die Impedanz 6 (Fig. 21) in zwei getrennte Impedanzen aufzulösen, wodurch die Konstruktion des Diagrammes in unnötiger Weise kompliziert würde.

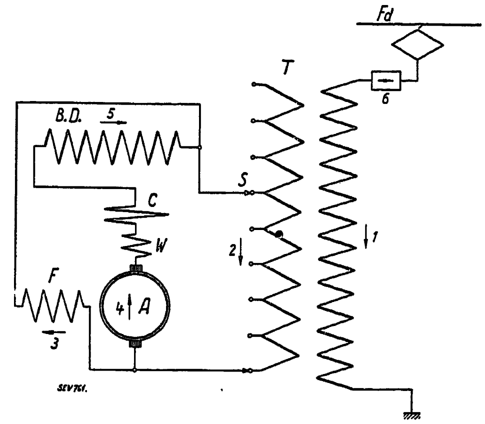


Fig. 21.
Schema der Einphasennutzbremsschaltung der Maschinenfabrik Oerlikon.

Wir entwickeln das Diagramm vorerst unter der Annahme, dass die Impedanz 6 (Fig. 21) gleich Null sei, so dass also bei fester Kraftwerkspannung auch die Sekundärspannung E_2 (Fig. 22) des Transformators T (Fig. 21) konstant sein wird. Dann wird das Motorfeld (3) eine Spannung E_3 ($= -E_2$) besitzen und den Magnetisierungsstrom I_3, welcher E_3 um etwas mehr als 90° voreilt, aufnehmen (Fig. 22). Der rotierende Motoranker erzeugt eine Rotations-EMK (E_4), welche bekanntlich mit dem Hauptfeld des Motors in Phase liegt und (bei generatorischer Schaltung) der Feldspannung E_3 nur um wenig mehr als 90° vorauseilt. Die Drosselspannung E_5 (der wir auch die ohmschen und induktiven Spannungsabfälle des Motorankerkreises beizählen) schliesst das aus E_2, E_4 und E_5 gebildete Vektorendreieck. Das ganze System nimmt einen Strom I_4 ($=I_5$) auf, der E_5 um etwas mehr als 90° vorauseilt. Den Magnetisierungsstrom von T berücksichtigen wir durch einen Strom I_0 (Fig. 22), der zusammen mit I_3 und I_4 den resultierenden Transformatorstrom I_2 liefert.

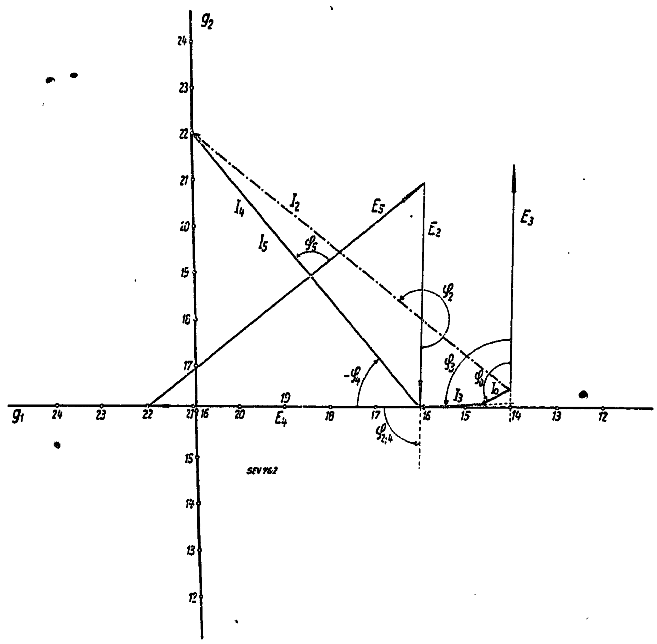


Fig. 22.

Die Ortskurve von I_2 und I_4 erhalten wir in einfacher Weise, wenn wir bedenken, dass mit variabler Motordrehzahl die Vektorspitze von E_4 auf der Geraden g_1 wandern muss (Fig. 22). Da nun g_1 auch die Ortskurve von E_5 ist (E_2 ist ja vorläufig konstant), so bewegt sich auch die Vektorspitze des Stromes I_4 (der zur Spannung E_5 in fester Winkellage steht und ihr proportional ist) auf einer Geraden g_2, welche gleichzeitig auch Ortskurve von I_2 ist. In Fig. 22 sind für verschiedene in gleichen Ab-

ständen voneinander liegende Tourenzahlen die entsprechenden *Ortspunkte* auf g_1 und g_2 eingetragen. Punkt 16 entspricht dem Stillstand. Die Punkte 17 bis 24 gehören dem generatorischen, die Punkte 12 bis 15 dem motorischen Arbeitsgebiete an. Im Motorbetrieb tritt bei dieser Schaltung (aus Gründen, die der Verfasser in einer früheren Arbeit auseinandergesetzt hat[9]) *Selbsterregung* ein, so dass nur der generatorische Bereich praktisch brauchbar ist.

Unsere weitere Aufgabe besteht nun darin, die bis jetzt vernachlässigte Impedanz 6 (Fig. 21) zu berücksichtigen. Wie man leicht einsieht, stellt unsere Schaltung, bestehend aus Transformator, Motor und Drosselspule, eine *proportionale Impedanz* dar, denn bei *fester* Tourenzahl des Motors sind alle Ströme den Spannungen *proportional* (d. h. so lange man die Sättigungen im Eisen vernachlässigen kann, welche Bedingung bei den praktisch vorkommenden Betriebszuständen nahezu erfüllt ist). Wir haben also die Serienschaltung einer festen und einer zwar variablen aber proportionalen Impedanz vor uns und gelangen somit durch einmalige *Doppelinversion* zu den gesuchten genauen Ortskurven der Schaltung.

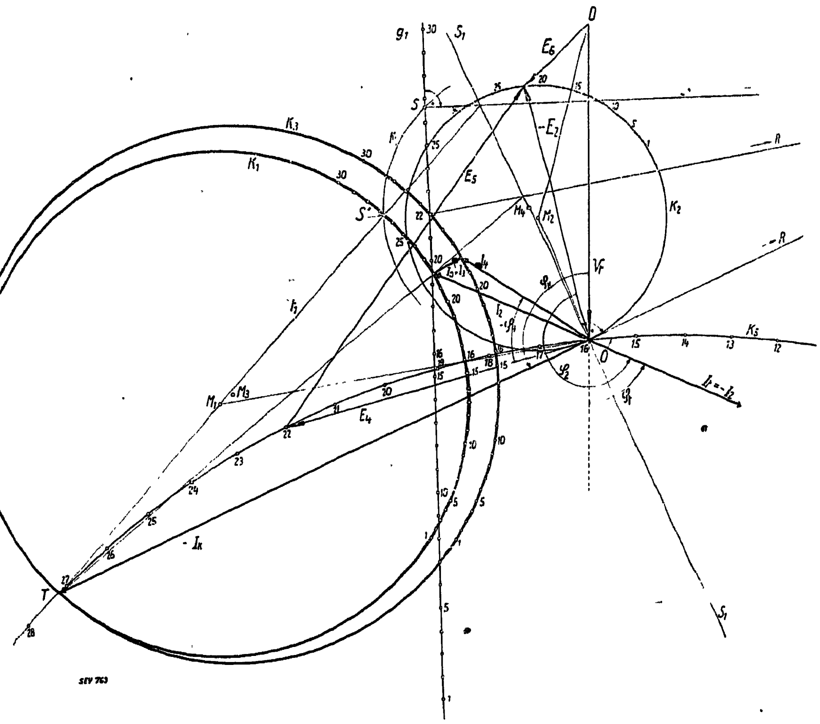


Fig. 23.
Genaues Kreisdiagramm der Einphasennutzbremsschaltung System Oerlikon.

In Fig. 23 ist diese Doppelinversion durchgeführt. V_t stellt die Klemmenspannung des aus Lokomotive und Fahrleitung bestehenden rekuperierenden Systemes dar. V_t ist also die der Klemmenspannung des Kraftwerkes entgegengesetzt gleiche Spannung. Die Uebersetzung des Transformators *T* wurde der Einfachheit wegen gleich *eins* angenommen. Die Gerade g_1 (Fig. 23) entspricht der Geraden g_2 der Fig. 22, stellt also die Ortskurve von I_4 und I_2 dar, für den Fall, dass die Impedanz 6 (Fig. 21) gleich Null und E_2 gleich V_t wird. Unter dem Einfluss der Spannung V_t wird die Impedanz 6 den (Dauerkurzschluss=) Strom I_k (Fig. 23) aufnehmen, der mit V_t den

[9]) *A. von Brunn:* „Die Bedeutung des Bezugssinnes im Vektordiagramm", Bulletin S. E. V. 1922, Seite 458.

schliesst. Die Doppelinversion geschieht in der Weise, dass man die $-I_k$) nach rückwärts abträgt, so dass $\overline{OR} = \overline{TO}$ wird. Auf diese Strecke das Lot s_1. Nun ist g_1 eine *Gerade von allgemeiner Lage* und ihre ein *Kreis* durch T. Fasst man g_1 als einen unendlich grossen Kreis em Lot s_2 von R auf g_1 (Zentrale) die Gerade t_1 durch das Zentrum en Kreises K_1 entsprechen. Dem Punkte S entspricht Punkt S'. S, S' uf einem Kreise K_4 mit dem Zentrum M_4 auf s_1. Nach der Bestimmung er Kreis K_1 leicht aufgezeichnet werden. Die Ermittlung der Ortskurve E_2, nämlich des Kreises K_2 ist gegeben durch die Aehnlichkeit der r und $D M_2 O$. Kennt man aber die Grösse und Richtung von E_2, so Ströme I_0 und I_3 ohne weiteres konstruieren. Die *Vektordifferenz* von

·gibt den Strom I_4, dessen Ortskurve ebenfalls eine Kreislinie, nämiter lässt sich, da E_2 bekannt ist, auch E_4 aufzeichnen. Die Ortskurve ıg ist ein Kreis (K_5) mit sehr grossem Radius (Fig. 23). Für einen ·ameterwert (Punkt 22) sind alle Vektoren eingezeichnet. In Fig. 24 ssierenden Grössen des Vektordiagrammes im *Liniendiagramm* darırde gegenüber den andern Spannungen im halben Masstabe eingebeson- se ist *Dreh-* lie zu- m bei ıusser- tischen ənden) es Mo- ıfallen. tkurve et als Haupt- ıit die- iegen- te des Da die ' Tou- .enden ıverlu- s- und rluste zliches ben, *erende ve in ch ra- Fig. 24, bilität*

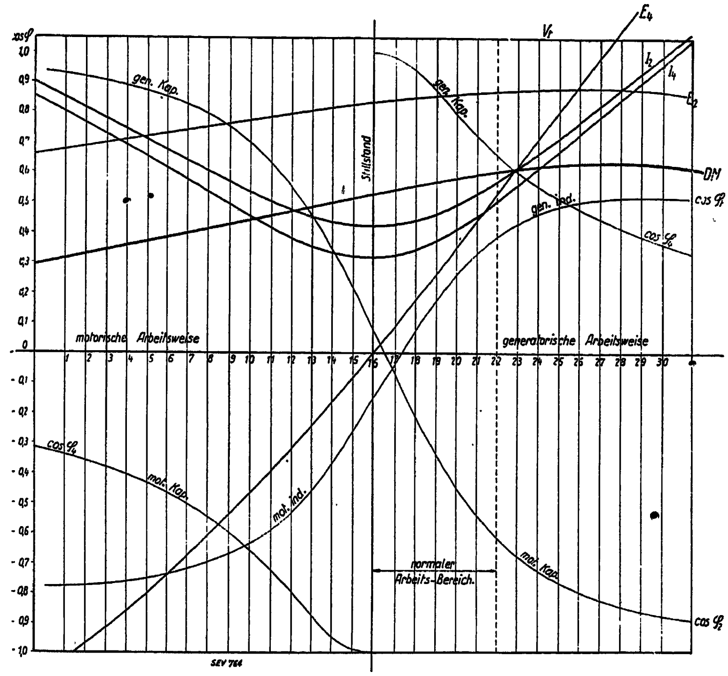


Fig. 24.
Charakteristische Kurven der Einphasennutzbremsschaltung System Oerlikon (gemäss Diagramm Fig. 23.)

bes sehr vorteilhaft ist. Um einen weitern Ueberblick über den Ver- zu erhalten, wurde im Diagramm (Fig. 23) die Anzahl der Para- 30 erhöht, und zwar derart, dass den Punkten 12 bis 24 in Fig. 22 bis 24 in Fig. 23 und 24 entsprechen.

ch auf die Aehnlichkeit zwischen der Lage der Kreise K_1 und K_3 und der Asynchronmaschine hingewiesen werden, welche alle im *induk-* egen, was zur Folge hat, *dass bei der vorliegenden Rekuperations- letz zwar Wattenergie empfängt, aber wattlose Energie abgeben muss.*

9. *Eine weitere Einphasen-Nutzbremsschaltung.*

Den Schluss unserer Betrachtungen möge eine Einphasen-Nutzbremsschaltung bilden, welcher zwar keine grosse praktische Bedeutung zukommt, die aber ihres hochinteressanten Verhaltens wegen das volle Interesse des Theoretikers in Anspruch nehmen darf.

Wie Fig. 25 zeigt, benötigt diese Schaltung *zwei* Einphasenmotoren (*E M*), von denen der erste seine Felderregung direkt vom Stufentransformer (*T*) erhält, während der zweite vom Anker (*A*) des ersten Motors erregt wird. Beide Anker sind unter sich und mit der Bremsdrosselspule (*BD*) zusammen in Serie an den Stufentransformator angeschaltet. Da es nicht unsere Absicht ist, das genaue Diagramm dieser Schaltung zu entwickeln, sondern wir nur in groben Zügen ein Bild der Arbeitsweise des Systems entwerfen wollen, so dürfen wir ausser den Kupferverlusten in den Hauptkreisen alle andern Verluste vernachlässigen. Auch soll der Magnetisierungsstrom des Transformators *T* (Fig. 25) unberücksichtigt bleiben. Unter diesen vereinfachenden Annahmen darf der gesamte ohmsche Widerstand des Hauptkreises, inklusive Fahrleitung, durch die Impedanz *Z* (Fig. 25) dargestellt werden.

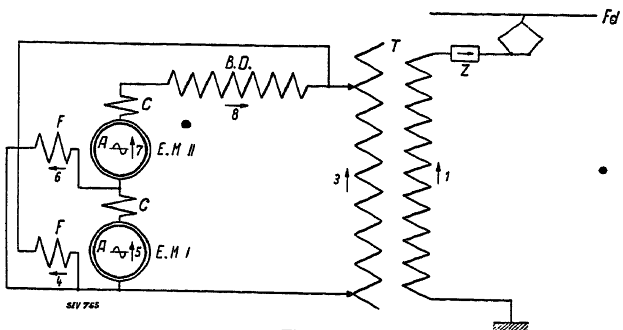


Fig. 25.
Schema einer besondern Einphasennutzbremsschaltung.

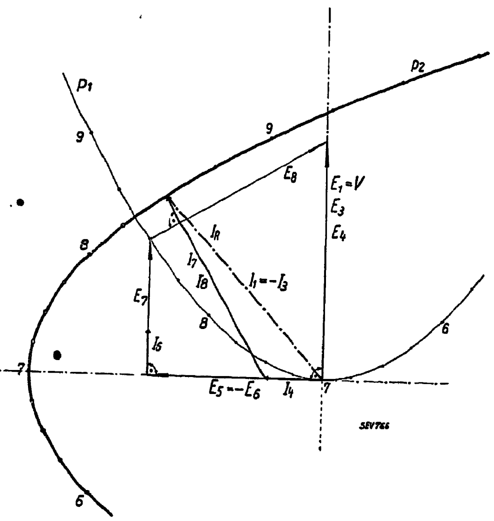


Fig. 26.
Ideales Diagramm der Schaltung nach Fig. 25. Die Ortskurve des Primärstromes ist eine Parabel.

Wir entwickeln das „ideale" Diagramm dieser Schaltung, indem wir vorerst die Impedanz *Z* gleich Null setzen. Vektor E_1 (Fig. 26) sei die Primärspannung des Transformators *T* und (da wir die Impedanz *Z* gleich Null setzen) auch die Spannung *V* der Kraftzentrale. Unter der vereinfachenden Annahme, dass die Uebersetzung von *T* gleich *eins* sei, wird auch die Sekundärspannung E_3 gleich der Spannnung E_1. Die direkt an den Stufenschalter gelegte Feldspule *F* des ersten Motors nimmt unter der Spannung E_4 $(=E_3)$ den ihr um 90° voreilenden Strom I_4 auf. Bei positiv angenommenem Rotationssinn entwickelt der Anker des ersten Motors eine mit dem Strom I_4 in Phase liegende *EMK* E_5, welche der Feldspannung E_6 des zweiten Motors gleich und entgegengesetzt ist. Der Spannung E_6 eilt der Feldstrom I_6 um 90° vor. Ihm phasengleich ist die Rotations-EMK E_7 des Ankers des zweiten Motors. Das Polygon der Spannungen E_3, E_5 und E_7 schliesst die Spannung E_8 der Bremsdrosselspule, welche einen Strom I_8 aufnimmt, der der Spannung E_8 um 90° voreilt. Die Vektorsumme von Strom I_8 und I_4 ergibt Transformator- und Netzstrom-I_r (Fig. 26). Man sieht leicht ein, dass die Rotations-EMK E_5 des ersten Motors sich *linear*, die EMK E_7 des zweiten Motors sich *quadratisch* mit der Tourenzahl ändert. Die Folge davon ist, dass sich (bei fester Spannung E_1) der Fusspunkt des Drosselspannungs-

vektors E_8 auf einer *Parabel* p_1 bewegt. Da I_4 fest, I_8 aber mit E_8 in einem festen Grössen- und Winkelverhältnis steht, so muss sich die Vektorspitze von I_r auf einer *ähnlichen* Kurve wie p_1, also auch auf einer *Parabel* (p_2) bewegen. Die Punkte 1 bis 7 entsprechen der *motorischen,* die Punkte 7 bis 13 der *generatorischen Arbeitsweise* der Schaltung. Es lässt sich leicht zeigen, dass (bei festen Werten der Motorentourenzahl) alle Spannungen und Ströme (solange man von den magnetischen Sättigungen absieht) sich *proportional* mit der Spannung E_1 verändern. Die ganze Schaltung stellt also eine *proportionale Impedanz* dar.

Dieser Impedanz ist nun in Wirklichkeit die Impedanz Z vorgeschaltet. Wir wollen nun annehmen, dass (wie es ja im Bahnbetrieb tatsächlich der Fall ist) diese *Impedanz Z eine variable Grösse* sei. Die variable Impedanz der Einphasen-Motoren stellt sich im *Admittanzdiagramm* (bezogen auf die Spannung $V [= E_1]$) als die Parabel p_2 dar, (Fig. 26, 27, 28, 29). Die *Stromortskurve* von I_z *der Impedanz Z* (bezogen auf V) sei im Admittanzdiagramm die *Kurve q* (Fig. 27, 28, 29). Mit Hilfe der *Doppelinversion* lässt sich nun in einfacher Weise die *resultierende wahre Ortskurve* der ganzen Schaltung konstruieren. Aus der unendlichen Mannigfaltigkeit der möglichen Kurven greifen wir drei typische Fälle heraus. Es sind dies diejenigen Kurven, die den Punkten A, B und C der Admittanzkurve q von Z entsprechen.

Fall A: Der spiegelbildliche Punkt von A in bezug auf das Lot s, nämlich A', liegt *innerhalb* der Parabel. Die resultierende Ortskurve ist eine Kurve vierten Grades und als Doppelinverse der Parabel eine *bizirkulare Quartik mit Rückkehrpunkt* [10]), (Herzform Fig. 27). Der obere und untere Teil der

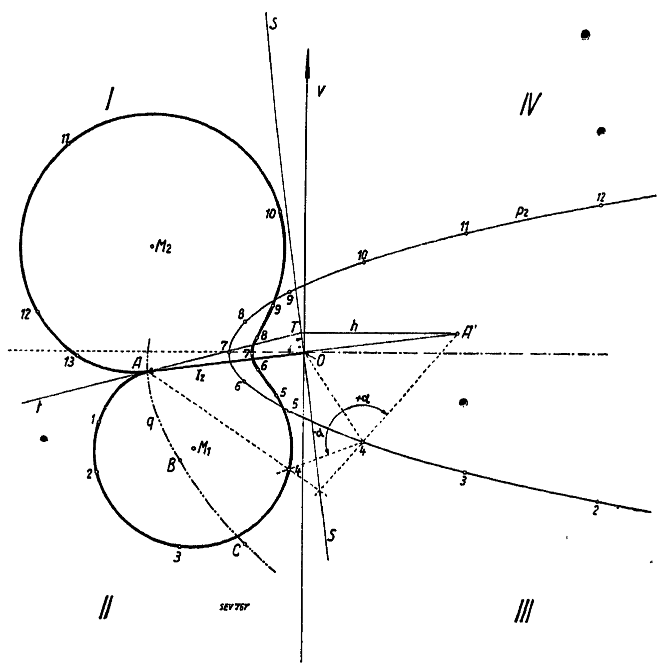


Fig. 27.
Konstruktion des wirklichen Diagrammes der Schaltung nach Fig. 25. Die Parabel verwandelt sich in eine bizirkulare Quartik mit Rückkehrpunkt. Fall A (Herzform).

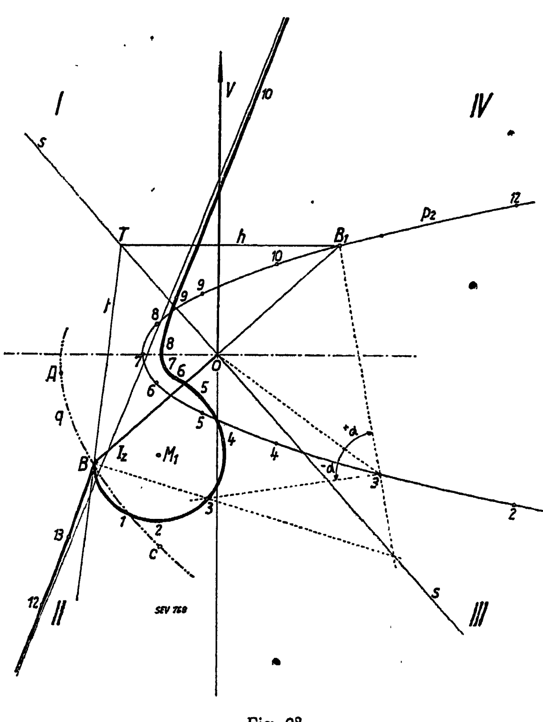


Fig. 28.
Diagramm der Schaltung nach Fig. 25 Fall B. Die bizirkulare Quartik degeneriert zur zirkularen Kubik (Resonanzfall).

[10]) *Dr. O. Bloch:* „Die O. d. gr. W. T.“, Seite 76 und 114.

Kurve nähert sich sehr der Kreisform. Die eingetragenen Punkte 1 bis 13 entsprechen Geschwindigkeitsstufen gleichen Abstandes. Punkt 7 ist Stillstand. Für Punkt 4 ist die Doppelinversion durchgeführt. Punkt *A* entspricht dem unendlich fernen Punkt der Parabel. Die Tangente *t* in *A* an die Quartik erhält man in einfachster Weise, indem man durch *A'* die Horizontale *h* zieht, diese mit *S* zum Schnitt bringt und den Schnittpunkt mit *A* verbindet (Fig. 27). Indem nun der Punkt *A* auf der Kurve *q* hinunterwandert, verändert sich die Quartik. Der untere Kreis zieht sich etwas zusammen und der obere dehnt sich mächtig aus. Fällt die Spitze von I_z auf *B*, so erhalten wir den zweiten Fall.

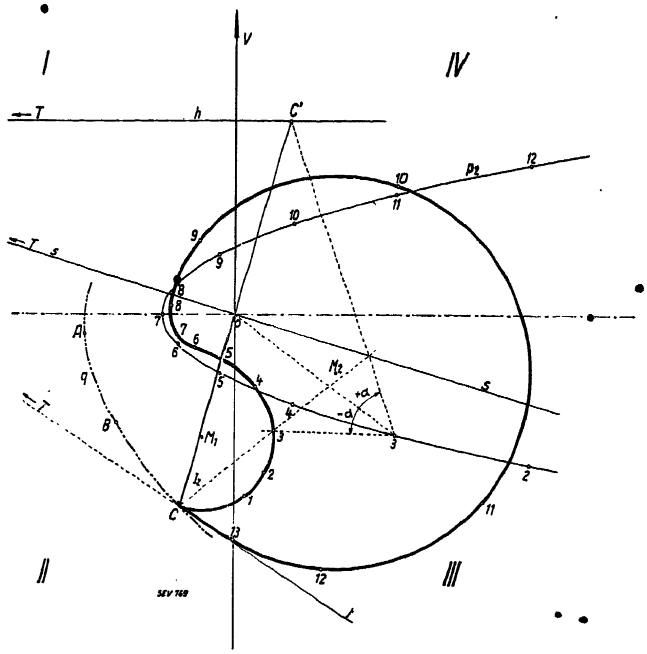


Fig. 29.
Diagramm der Schaltung nach Fig. 25 · Fall *C*. Die Parabel verwandelt sich in eine bizirkulare Quartik, die aber gegenüber Fall *A* eine wesentlich andere Form besitzt (Tropfenform).

Fall B: Punkt B' fällt auf die Parabel selbst (Fig. 28). Da dem Punkte *B'* nach erfolgter Doppelinversion der unendlich ferne Punkt der Stromebene entspricht, so liegt ein Punkt der bizirkularen Quartik im Unendlichen. Diese selbst degeneriert dann zur *zirkularen Kubik mit Rückkehrpunkt* einer Kurve dritten Grades[11]). Für einen bestimmten *endlichen* Tourenwert wird der ans Netz abgegebene Strom *unendlich* gross (falls man vom Einfluss der Eisensättigung absieht). *Wir haben in diesem Fall nichts anderes vor uns als den* ***allgemeinsten Fall der elektrischen Resonanz,*** und zwar handelt es sich bei der vorliegenden Schaltung um die sogenannte *Spannungsresonanz.*

Die Resonanz entsteht im allgemeinsten Fall dann, wenn zwei proportionale Impedanzen von gleicher Grösse aber entgegengesetztem Charakter in Serie oder parallel an ein Wechselstromnetz angeschlossen werden. Im ersteren Falle entsteht *Spannungs-*, im zweiten Falle *Stromresonanz. Von diesem allgemeinsten Resonanzfall ist die bekannte Resonanz zwischen Drosselspule und Kondensator nur ein Spezialfall.* Die Tatsache, dass z. B. zwischen einem gewöhnlichen Synchrongenerator und ohmschen Widerstand (Glühlampen, elektrischen Oefen etc.) in der Praxis *keine* Resonanz auftreten kann, beruht auf der Tatsache, dass *alle unsere Generatoren keine proportionalen Impedanzen* sind. Aber selbst, wenn auch diese Bedingung erfüllt ist, lassen sich Resonanzerscheinungen nur schwer realisieren, denn *der Generator muss frei von Selbsterregung sein,* was nur durch *besondere Schaltungen* erreichbar ist, wie es z. B. bei unserer Anordnung nach Fig. 25 der Fall ist, bei der jedoch im *Motorbetrieb Selbsterregung* eintreten muss.

Fall C: Indem wir nun die Vektorspitze von I_z (Fig. 28 und 29) auf *q* von *B* nach *C* wandern lassen, verwandelt sich die zirkulare Kubik wiederum in eine *bizirkulare Quartik mit Rückkehrpunkt,* die nun eine wesentlich andere Form angenommen hat (Tropfenform). Während im Falle *A* die Kurve nur im ersten und zweiten

---

[11]) Ein ähnliches Verhalten wie die obige Schaltung zeigt auch unter ganz speziellen Bedingungen der Winter-Eichberg-Latour-Motor; siehe *Dr. O. Bloch:* „Die O. d. gr. W. T.", Seite 62 u. 114.

Quadranten liegt, *durchläuft sie nun alle vier Quadranten.* Es zeigt sich, dass die Anordnung imstande ist, sehr stark *kapazitiv* zu arbeiten. Auch bei dieser Form lassen sich grössere Teile der Kurve durch Kreisbögen mit den Zentren M_1 und M_2 ersetzen (Fig. 29).

Wir haben in den Figuren 27 bis 29 nur die Ortskurven des Netzstromes entwickelt. Kennt man aber einmal diesen Strom, so lassen sich alle andern Ströme und Spannungen in einfacher Weise konstruieren. Hat man Feld- und Ankerstrom ermittelt, so kann die Grösse des *Drehmomentes* bequem bestimmt werden. In Fig. 30 sind für die Fälle *A*, *B* und *C* sowohl der Netzstrom als auch das Drehmoment für dreizehn verschiedene Tourenzahlen aufgezeichnet und durch Kurven verbunden worden. Der Verlauf der Kurven ist ein sehr wechselvoller. Der Fall *C* unterscheidet sich von Fall A nur dadurch, dass der Höcker der Drehmomentkurve im motorischen Gebiet fast völlig verschwunden ist. Im Fall *B* ist der heftige Anstieg, sowohl der Strom- als auch der Drehmomentkurve deutlich erkennbar. Bei der *kritischen Tourenzahl* werden beide *unendlich gross.* Infolge der Eisensättigung weicht natürlich der wahre Verlauf dieser Ortskurven in gewissen Teilen wesentlich von den hier gefundenen Formeln ab. Durch nachträgliche Korrekturen können diese Fehler in praktisch genügend genauem Masse korrigiert werden. Es kann jedoch nicht unsere Aufgabe sein, näher darauf einzugehen, um so mehr als unsere Untersuchung lediglich den Zweck verfolgte, den Leser mit der *Methode der Doppelinversion* vertraut zu machen und ihm zu zeigen, dass auch kompliziertere Aufgaben in einfacher Weise graphisch gelöst werden können. Dass man bei solchen Untersuchungen gelegentlich zu recht interessanten Ergebnissen geführt wird, mag das letzte Beispiel bewiesen haben.

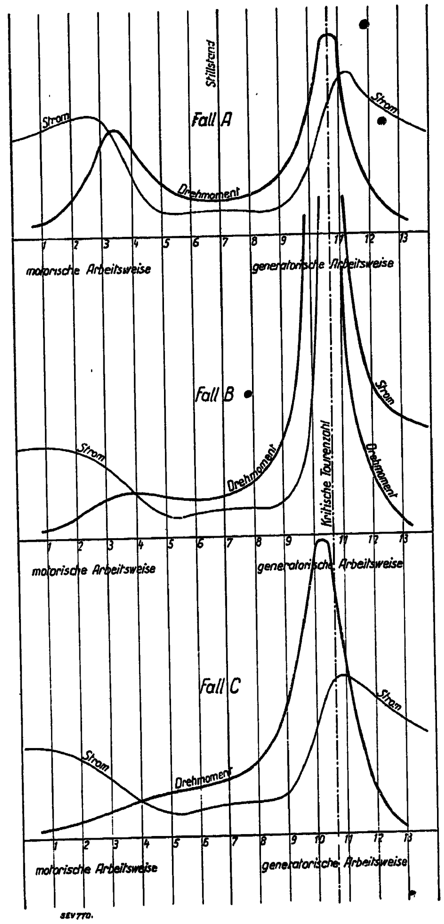


Fig. 30.
Strom- und Drehmomentkurven der Schaltung nach Fig. 25 für die Fälle *A*, *B* und *C* im Liniendiagramm.

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Geschäftsbericht der A.-G. Wäggital über die Periode vom 1. Okt. 1927 bis 30. Sept. 1928.

Am 1. Oktober 1927 betrug der Energievorrat 133,5 Millionen kWh, am 30. September 1928 110 Millionen kWh.

Die in der Betriebsperiode verkaufte Energie betrug 124,2 Millionen kWh. Die Pumpenanlage verbrauchte 44,6 Millionen kWh an Abfallenergie.

Die beiden Partner (N. O. K. und Stadt Zürich) haben für die ausgenützte Energie 6,67 Millionen Franken bezahlt.

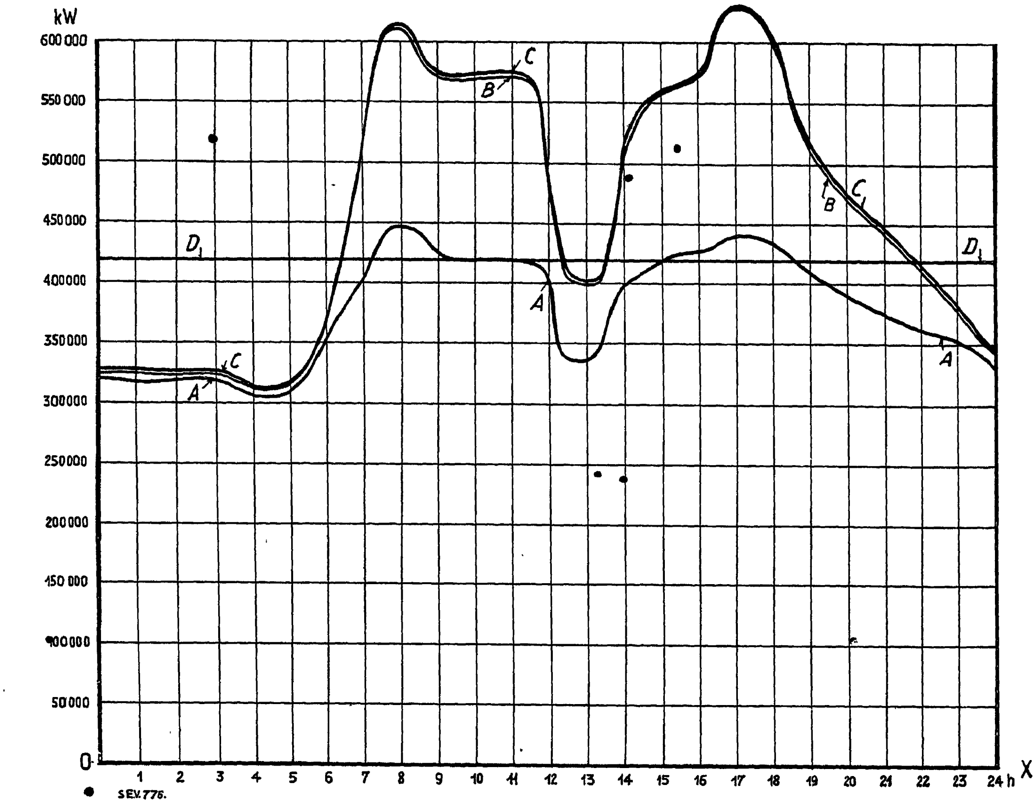
	Fr.
Die Obligationen und andern Passivzinsen betrugen	2 203 346
Die Generalunkosten und die Betriebs- und Unterhaltungskosten betrugen	672 203
Die zum Pumpen verwendete Energie kostete	70 297
Die Abschreibungen und Einlagen in den Amortisations- und Erneuerungsfonds belaufen sich auf . .	1 010 092
Die Dividende 7 % an das Aktienkapital betrug	2 800 000

Das Aktienkapital beträgt 40 Millionen, das Obligationenkapital 27 Millionen Franken.

Statistik des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke über die Energieproduktion.
Statistique de l'Union de Centrales Suisses concernant la production d'énergie.

[Umfassend die Elektrizitätswerke, welche in eigenen Erzeugungsanlagen über mehr als 1000 kW verfügen, d. h. ca. 97% der Gesamtproduktion[1])].
Comprenant toutes les entreprises de distribution d'énergie disposant dans leurs usines génératrices de plus de 1000 kW, c. à d. env. 97% de la production totale[2])].

Verlauf der wirklichen Gesamtbelastungen am 12. Dezember 1928.
Diagramme journalier de la production totale le 12 décembre 1928.



Leistung der Flusskraftwerke	$= OX \div A =$	Puissance utilisée dans les usines au fil de l'eau.
Leistung der Saisonspeicherwerke	$= A \div B =$	Puissance utilisée dans les usines à réservoir saisonnier.
Leistung der kalorischen Anlagen und Energieeinfuhr .	$= B \div C =$	Puissance produite par les installations thermiques et importée.
Verfügbare Leistung der Flusskraftwerke (Tagesmittel)	$= OX \div D =$	Puissance disponible (moyenne journalière) des usines au fil de l'eau.

Im Monat Dezember 1928 wurden erzeugt: — *En décembre 1928 on a produit:*

In Flusskraftwerken	255,9 × 10⁶ kWh	dans les usines au fil de l'eau,
In Saisonspeicherwerken	42,7 × 10⁶ kWh	dans les usines à réservoir saisonnier,
In kalorischen Anlagen im Inland	0,3 × 10⁶ kWh	dans les installations thermiques suisses,
In ausländischen Anlagen (Wiedereinfuhr)	2,8 × 10⁶ kWh	dans des installations de l'étranger (réimportation)
Total	301,7 × 10⁶ kWh	au total.

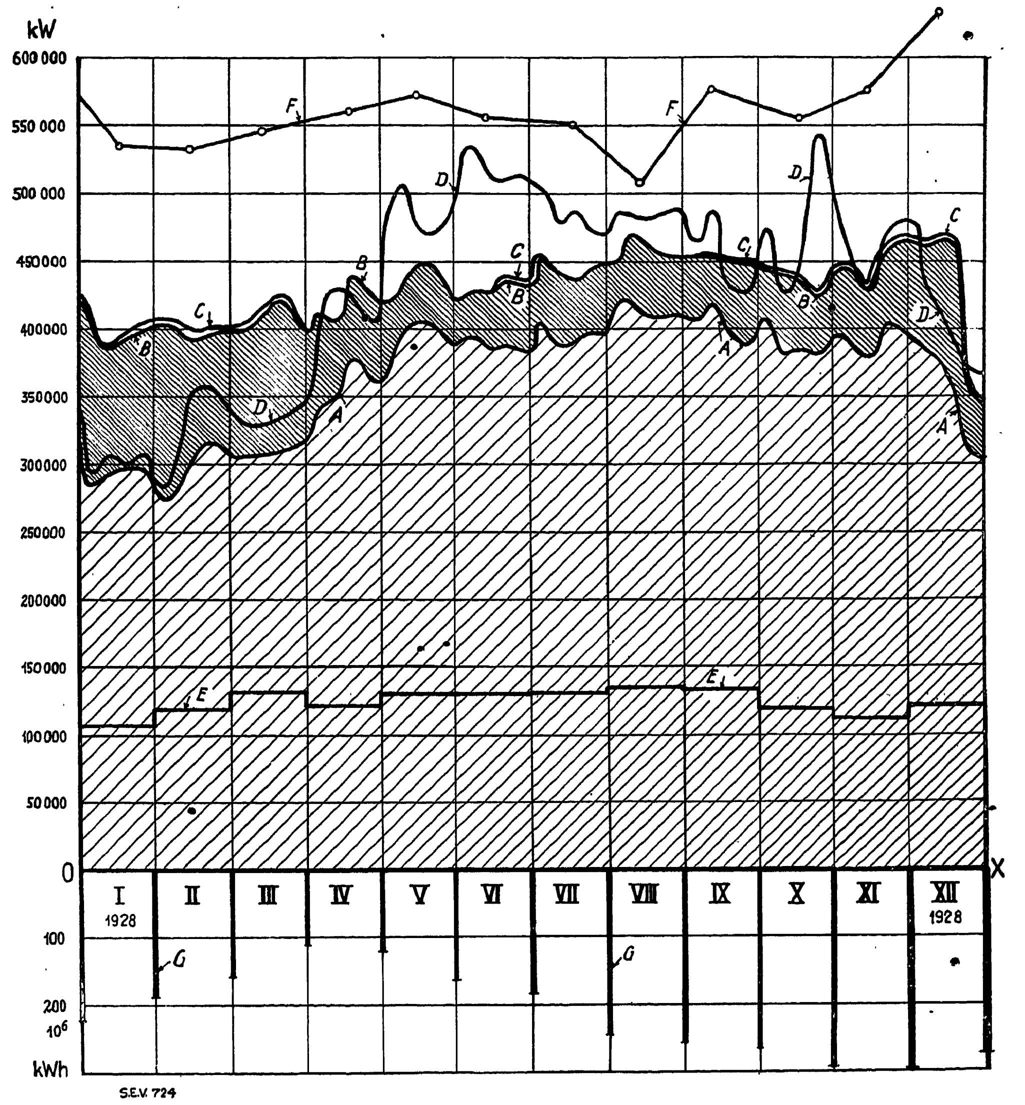
Die erzeugte Energie wurde angenähert wie folgt verwendet: — *L'énergie produite a été utilisée approximativement comme suit:*

Allgem. Zwecke (Licht, Kraft, Wärme im Haushalt, Gewerbe und Industrie).	ca.	167,8 × 10⁶ kWh	pour usage général (éclairage, force et applications thermiques dans les ménages, les métiers et les industries),
Bahnbetriebe	ca.	18,4 × 10⁶ kWh	pour les services de traction,
Chemische, metallurg. und therm. Spezialbetriebe	ca.	24,1 × 10⁶ kWh	pour chimie, métallurgie et électrothermie,
Ausfuhr	ca.	91,4 × 10⁶ kWh	pour l'exportation,
Total	ca.	301,7 × 10⁶ kWh	au total.

1) Nicht inbegriffen sind die Kraftwerke der Schweiz. Bundesbahnen und der industriellen Unternehmungen, welche die Energie nur für den Eigenbedarf erzeugen.

2) Ne sont pas comprises les usines des Chemins de Fer Fédéraux et des industriels produisant l'énergie pour leur propre compte.

Verlauf der zur Verfügung gestandenen und der beanspruchten Gesamtleistungen.
Diagramme représentant le total des puissances disponibles et des puissances utilisées.



Die Kurven *A, B, C* und *D* stellen die Tagesmittel aller Mittwoche, die Kurve *E* Monatsmittel dar.

Die Wochenerzeugung erreicht den 6,40 bis 6,43fachen Wert der Mittwocherzeugung. Das Mittel dieser Verhältniszahl ergibt sich zu 6,42.

Les lignes *A, B, C, D* représentent les moyennes journalières de tous les mercredis, la ligne *E* la moyenne mensuelle.

La production hebdomadaire est de 6,40 à 6,43 fois plus grande que celle des mercredis. La valeur moyenne de ce coefficient est de 6,42.

In Flusskraftwerken ausgenützte Leistung	= $OX \div A$ =	Puissance utilisée dans les usines au fil de l'eau.
In Saisonspeicherwerken erzeugte Leistung	= $A \div B$ =	Puissance produite dans les usines à réservoir saisonnier.
Kalorisch erzeugte Leistung und Einfuhr aus ausländischen Kraftwerken	= $B \div C$ =	Puissance importée ou produite par les usines thermiques suisses.
Auf Grund des Wasserzuflusses in den Flusskraftwerken verfügbar gewesene Leistung	= $OX \div D$ =	Puissance disponible dans les usines au fil de l'eau.
Durch den Export absorbierte Leistung	= $OX \div E$ =	Puissance utilisée pour l'exportation.
An den der Mitte des Monates zunächst gelegenen Mittwochen aufgetretene Höchstleistungen	= $OX \div F$ =	Puissances maximums les mercredis les plus proches du 15 de chaque mois.
Anzahl der am Ende jeden Monats in den Saisonspeicherbecken vorrätig gewesenen Kilowattstunden	= $OX \div G$ =	Quantités d'énergie disponibles dans les réservoirs saisonniers à la fin de chaque mois.

Electrification des campagnes en Lorraine. On sait que l'Etat français fait de grands efforts financiers pour accélérer l'électrification des régions que les vendeurs d'énergie seraient obligés de négliger si n'étaient les subventions qui facilitent l'établissement des réseaux ruraux.

Il ressort d'une notice publiée par M. Préaud, Inspecteur général du génie rural, que dans la région lorraine (Meuse, Meurthe et Moselle, Vosges) l'électrification des campagnes a fait en peu de temps des progrès sensibles.

On a compté fin 1927 dans la région considérée, sur 106 000 habitants, répartis en 554 communes sur 4706 km² (22 habitants par km²):

606 postes de transformation d'une puissance moyenne de 11,9 kVA, 153 170 lampes et 4865 moteurs.

L'énergie consommée en 1927 a été de 2,5 millions de kWh. Ces chiffres sont assez remarquables si l'on tient compte que la majorité des communes n'est desservie que depuis 2 à 3 années.

Briefe an die Redaktion. — Communications à l'adresse de la rédaction.

Neuere Forschungsergebnisse über Vorgänge beim Schalten unter Oel. Zu dem im Bull. S.E.V. 1928, No. 23, veröffentlichten Briefwechsel zwischen den Herren Dr. *A. Roth*, Lyon, und Dr. *J. Kopeliowitsch*, Baden, schreibt uns Herr Dr. *A. Roth* folgendes:

«In der Entgegnung von Herrn Dr. Kopeliowitsch, soweit sie die Fingerkontakte betrifft, erlaube ich mir, folgendes richtig zu stellen: die verwendeten Finger sind, unabhängig von den Stromzuführungen, mechanisch so durchgebildet, dass nur die Schwenkbewegung um den Fusspunkt der Finger möglich ist; die von den Zuführungen gegenseitig ausgeübte Kraft überträgt sich zur Hälfte auf den Finger, zur Hälfte auf den Fusspunkt.

Eine Drehbewegung des Kontaktes selbst um seine Ansatzstelle ist bei dieser Konstruktion nicht möglich. Der praktisch übrigens zulässige Abbrand von Figur 19 ist die Folge der Erwärmung durch den Uebergangswiderstand. Die Versuche wurden seinerzeit alle mit angebrannten Kontakten vorgenommen, ohne dass sich eine Verstauchung eingestellt hätte, wohl ebenfalls als Folge der erwähnten mechanischen Durchbildung.»

Miscellanea.

Totenliste des S. E. V.

Am 8. Januar ist im Krematorium Zürich die sterbliche Hülle von *Alfred Schweizer*, Betriebschef des Elektrizitätswerkes Schwanden (Glarus), der daselbst am 6. Januar starb, der Flamme übergeben worden. Im Jahre 1871 in Bern geboren, war der Verstorbene Mitglied des S. E. V. seit 1899. Nach Absolvierung des Gymnasiums in Bern und einer Lehrzeit bei der Firma Hipp in Neuenburg, besuchte Alfred Schweizer das Technikum Burgdorf und verliess dasselbe mit dem Diplom als Elektrotechniker. Als solcher fand er zunächst Anstellung bei den Tramways Lausannois. Später trat er in Bern in den Dienst der Eidg. Telegraphenverwaltung, in welcher Stellung er zehn Jahre verblieb. Bis 1914 sodann wirkte er in der Leitung eines grösseren Installationsgeschäftes in Zürich, um daraufhin die Leitung des Elektrizitätswerkes der Gemeinde Schwanden zu übernehmen. In dieser Stellung amtete, wie die «Glarner Nachrichten» schreiben, der begabte, mit theoretischen und praktischen Kenntnissen wohl ausgerüstete Mann, bis vor 1½ Jahren, da ihn schwere Erkrankung zum Niederlegen der Arbeit zwang. Die Gemeinde Schwanden verdankt dem Verstorbenen den stetigen Ausbau der Zentrale und des ausgedehnten Leitungsnetzes, wodurch dem Werke möglich wurde, den immer steigenden Anforderungen gerecht zu werden.

Den Angehörigen des Hrn. Schweizer sel. und der Gemeinde Schwanden sei an dieser Stelle herzliche Teilnahme und die Versicherung ausgesprochen, dass der Verstorbene auch beim S. E. V. und V. S. E. in bester Erinnerung bleiben wird.

Literatur. — Bibliographie.

Eingegangene Werke (Besprechung vorbehalten).

Quelques considérations générales sur l'utilisation rationelle des Lignites de Roumanie. Par J. Bujoiu. 26 pages, 16 × 23 cm, 6 tableaux, 2 cartes. Publication de l'Institut National Roumain, Bucarest 1928.

Puissances réactives et fictives. Par C. Budéanu, Bucarest. 360 pages, 16 × 23 cm, 48 fig. Publication de l'Institut National Roumain, Bucarest 1927.

Contributions à l'Etude du coéfficient de déformation des fonctions non sinusoïdales. Par Ernest Abasou, Bucarest. 125 pages, 16 × 23 cm, 66 Fig. Publication de l'Institut National Roumain, Bucarest 1927.

Der Quecksilberdampfgleichrichter. Zweiter Band: Konstruktive Grundlagen. Von Kurt E. Müller-Lübeck. 360 S., 16 × 23,5 cm., 340 Fig. und 4 Tafeln. Verlag Jul. Springer, Berlin 1928. Preis geb. RM. 42.—.

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke | REDAKTION Zürich 8, Seefeldstr. 301 | Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité

Verlag und Administration | Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G. Zürich 4, Stauffacherquai 36/38 | Editeur et Administration

XX. Jahrgang
XXe Année

Bulletin No. 4

Februar II
Février II
1929

Bericht über die Studienreise und Teilnahme der Delegation des V. S. E. an der 25jährigen Gründungsfeier der Schwedischen Elektrizitätswerksvereinigung in Stockholm vom 28. August bis 5. September 1928.

621.311(485)

Zum 25jährigen Jubiläum der schwedischen Elektrizitätswerksvereinigung wurde in freundlicher Weise auch der V. S. E. eingeladen, welcher sich durch eine Dreierdelegation, bestehend aus den Herren Direktor Ringwald, Bertschinger und Geiser, vertreten liess.

Die beiden letztgenannten Herren geben im folgenden zu Handen der schweizerischen Elektrizitätswerke und weiterer Kreise eine Reihe interessanter Eindrücke aus der schwedischen Elektrizitätswirtschaft und -industrie wieder, die zu sammeln sie auf einer der Jubiläumsfeier vorangegangenen Studienreise durch Süd- und Mittelschweden Gelegenheit hatten.

A l'occasion du 25e anniversaire de l'Union des centrales suédoises d'électricité, celle-ci invita très aimablement aussi l'U. C. S., qui se fit représenter par une délégation de trois personnes, MM. Ringwald, Bertschinger et Geiser. Ces deux derniers apportent ici, au profit des centrales suisses et d'autres intéressés, les impressions qu'ils ont recueillies au cours d'un voyage d'étude à travers la Suède méridionale et centrale avant les fêtes du jubilé, et où ils ont eu l'occasion de prendre contact avec l'industrie et la production électrique indigènes.

I. Allgemeiner Reisebericht.

Von Direktor *H. Geiser*, Schaffhausen.

Im vergangenen Jahr konnte die schwedische Elektrizitätswerksvereinigung in Stockholm (Svenska Elektricitatsverksföreningen) das 25jährige Jubiläum ihres Bestehens begehen. Diese Feier sollte indessen nicht bloss auf die Mitglieder der Vereinigung beschränkt bleiben, sondern es wurden hiezu auch die befreundeten ausländischen Verbände, darunter auch der V. S. E., eingeladen. Im Hinblick auf die teilweise langen Reisen nach dem Bestimmungsort und in der Absicht, den Delegationen einen Ueberblick über die Elektrizitätswirtschaft in Schweden zu geben, war vorgängig der Feier in Stockholm eine Studienreise durch Südschweden in Aussicht genommen zur Besichtigung der namhaftesten Elektrizitätswerke. Dieser Einladung wurde seitens unseres Verbandes gerne Folge geleistet und es wurde eine Delegation, bestehend aus den Herren Präsident Ringwald, Direktor Bertschinger und dem Berichterstatter, bestimmt, den V. S. E. in Schweden zu vertreten.

Die Reise wurde bereits Sonntag den 26. August angetreten und noch am selben Abend Berlin erreicht. Am folgenden Tag ging es weiter nordwärts über die Insel Rügen nach Sassnitz und mit dem Fährdampfer, auf den die Eisenbahnwagen gebracht und festgemacht wurden, in 4 Stunden über die Ostsee nach Trälleborg. Trotz der stark bewegten See ging die Ueberfahrt ohne erhebliche Nach-

wirkungen von statten. Ungefähr um 9 Uhr abends trafen wir in Malmö, dem Ausgangspunkt der Studienreise, ein, wo wir am Bahnhof von Herrn Ingenieur Ljundahl, der in der Folge unser Reisemarschall war, freundlichst willkommen geheissen wurden.

Am nächsten Tag (Dienstag) versammelten sich die Teilnehmer im Hotel Savoy, um einen orientierenden Vortrag von Herrn Direktor Molin über das zu besichtigende städtische Elektrizitätswerk, sowie einen zweiten Vortrag von Herrn Dr. Ing. Ruths, Generaldirektor der Ruthsakkumulator A.-G., über die dort installierte Speicheranlage entgegenzunehmen.



Fig. 1.
Die Studiengesellschaft vor dem Verwaltungsgebäude der Allmänna Svenska Elektriska A. B. (A S E A) in Västerås.
(Vierter Herr von rechts: Generaldirektor Edström.)

An der Studienreise beteiligten sich ausser der erwähnten schweiz. Delegation Abgeordnete aus Deutschland, Holland, Norwegen und Finnland, zu denen später noch solche aus Dänemark kamen. Verschiedene Herren waren von ihren Damen begleitet, so auch die beiden erstgenannten schweiz. Delegierten.

Die erste Besichtigung unter der Führung der Herren Molin und Föhl galt dem städt. Elektrizitätswerk, speziell der daselbst im Betriebe befindlichen Ruthsspeicheranlage. Das Elektrizitätswerk Malmö bezieht seine Energie in Form von hochgespanntem Drehstrom (50 000 V) von der „Sydsvenska Kraftaktiebolaget“ aus ihren Wasserkraftanlagen am Laganfluss, die wir später besichtigten. Die Uebertragungsleitung (Doppelleitung) hat eine Länge von 120 km. Der Drehstrom wird, soweit er für Beleuchtungszwecke verwendet wird, mittels sieben Motorgeneratoren von 5000 kW Gesamtleistung in Gleichstrom 2 × 220 V umgeformt. Ausserdem ist eine Umformung in 600 V Gleichstrom für den Strassenbahnbetrieb vorhanden. Zwei Akkumulatorenbatterien von zusammen 1000 kW Leistung dienen für die Beleuchtungsanlage als Ausgleich bei den Spitzenbelastungen und als Reserve. An eigenen Kraftmaschinen verfügt das Werk über drei Kolbenmaschinen mit Gleichstromgeneratoren von 1000 kW Gesamtleistung, die jedoch nur in den Zeiten der Höchstbelastungen oder bei Störungen in Betrieb genommen werden.

Da bei so langen Kraftleitungen, wie die oben erwähnte, stets mit Betriebsstörungen von längerer oder kürzerer Dauer gerechnet werden muss, sah sich das Werk vor die Notwendigkeit versetzt, eine Reservekraftanlage zu schaffen, die besonders für die Beleuchtungsanlage unentbehrlich war und die die Eigenschaft

sste, in kürzester Frist die ausfallende Energie zu ersetzen. Bei Störun-
ı die Batterien etwa das dreifache ihrer normalen Belastung übernehmen
/âs ausgeschlossen war. Im Jahre 1919 durchgeführte sorgfältige Ver-
:chnungen für vier verschiedene Alternativen ergaben für eine Dampf-
lage mit Dampfspeicherung, sowohl bezüglich Anlage- als auch Betriebs-
günstigsten Werte. Man entschloss sich daher, als erste derartige An-
:rbindung mit einem Elektrizitätswerk, zur Aufstellung von Ruthsspeichern.
erveanlage umfasst einen Turbogenerator mit einer kontinuierlich abzu-
Leistung von 3750 kW bei $\cos\varphi = 0{,}85$, 50 Per/sec, 5250 V und 3000
gen in der Minute, dazu zwei Ruthsspeicher von je 225 m^3 Inhalt. Der
:rator befindet sich im allgemeinen, zu diesem Zwecke erweiterten, Ma-
l, dagegen mussten die Dampfspeicher wegen Platzmangel jenseits der
ı Freien aufgestellt werden. Zwischen Speicher und Turbinenkeller ist
Strasse ein Tunnel für die Dampfleitung vorhanden.
peicher sind für einen maximalen Ueberdruck von 7 kg/cm^2 gebaut und
:i Entladung von diesem Druck bis auf 1 kg/cm^2 zusammen 39000 kg
zeben, was zum Betriebe der vollbelasteten Turbine während etwas mehr
ıuten genügt. Dauert eine Unterbrechung länger, so dass auch die Ak-
:nbatterien nicht ausreichen, so müssen die Kessel sofort angeheizt werden,
m Zwecke zwei für Oelfeuerung eingerichtet sind. Die Speicher sind
ırmeverlust mit einer 85%igen Magnesiamasse von ca. 120 mm Dicke
ırüber ist als Schutz eine Bekleidung von dünnem, mit Rostschutzfarbe
:m Eisenblech angebracht. Besondere Vorrichtungen sind vorhanden, um
die Wärmeausdehnung verursachten Verschiebungen auf die Unterlagen
en.
on der Aktiebolaget de Laval in Stockholm gelieferte Spezialturbine ist
deren Regelvorrichtungen nach Art der Ueberströmventile versehen. Im
e wird automatisch der hochgespannte Dampf vom Speicher der obersten
Turbine zugeführt, und je nach dem Stand der Entladung und damit Ab-
s Druckes werden selbsttätig die niederen Stufen beaufschlagt. Die Arbeits-
Anlage ist so, dass sie entweder zur Deckung der Spitzenbelastung ver-
rd, oder aber, was in der Regel der Fall ist, in Bereitschaft steht, um
Stromunterbruch in der Fernleitung sofort einzuspringen. In diesem Falle
Generator dauernd als Synchronmotor leer mit und gibt zur Phasen-
tion in das Netz der Wasserkraftanlage wattlosen Strom ab.
:ereitschaftstellung und die Uebernahme der Belastung bei Stromunter-
·de uns praktisch vorgeführt. Der Turbogenerator lief leer als Phasen-
las Kilowattmeter zeigte auf Null. Nun wurde eine Belastung von ca.
plötzlich abgeschaltet; der Zeiger des Kilowattmeters stieg sofort auf
d. h. die Turbine übernahm die abgeschaltete Leistung augenblicklich;
unterbruch in der Beleuchtung war nicht wahrnehmbar.
ızend sei noch beigefügt, dass nach den Abnahmeversuchen die Wärme-
er Speicher bei einer Aussentemperatur von -5^0 C zu 51380 Cal pro
beide Speicher zusammen gemessen wurden; garantiert waren 92000 Cal.
:kosten betrugen pro kW Höchstleistung des Turbogenerators Kronen 355.–
0.–), einschliesslich der Kosten für die Erweiterung des Maschinenhauses.
ı wird, dass die Reglervorrichtung mit den Ueberströmventilen etwas
t und daher ein etwas schwacher Punkt der Anlage sei.
ns Schweizer war sodann von Interesse, im Werk Maschinen schweize-
rkunft zu sehen, nämlich vier Umformer der Maschinenfabrik Oerlikon.
dieser Besichtigung und einem Rundgang durch die Stadt traf man sich
Hotel Savoy, wo uns die Ruthsspeicher-Gesellschaft zu einem opulenten
e man ihn nur in den nordischen Ländern anzutreffen pflegt, geladen
dieser Gelegenheit machte Herr Dr. Ing. Ruths noch einige ergänzende
:n über sein Dampfspeichersystem. Während noch im Jahr 1924 an der

Weltkraftkonferenz in London die Erfindung von Seite der Engländer etwas abschätzig beurteilt worden sei, sei es der verstorbene Ingenieur Prof. Dr. Klingenberg gewesen, der in dieser Speicherung eine für die Zukunft bedeutsame Erfindung erblickte. Seither seien Ruthsspeicheranlagen für insgesamt etwa 200 Mill. Fr., inkl. Dampfturbinen, aufgestellt worden und gegenwärtig gelange im Werk Charlottenburg der Berliner Städt. Elektrizitätswerks A.-G. eine Speicheranlage zur Aufstellung von 16 vertikalen Speichern mit je 312,5 m^3, also total 35000 m^3 Inhalt. Der Ruthsspeicher sei bei 4500 Betriebsstunden jeder andern Kraftquelle überlegen; es sei ein stiller Helfer, der restlos seine Arbeit leiste und neue Wege würden durch ihn der Kraftwirtschaft gewiesen.

Dass solche Reserveanlagen bei Störungen von grosser Bedeutung seien, wurde von unparteiischer Seite, von Frau Dir. Molin bezeugt. Sie berichtete, wie an einem Sonntag bei heftigem Gewitter die Fremdenergie für längere Zeit unterbrochen worden sei, allein dank der Ruthsspeicheranlage sei kein Unterbruch in der Beleuchtung erfolgt.

Herr Generaldirektor Lange aus Deutschland verdankte namens der auswärtigen Delegierten in gebührender Weise der Ruthsspeicher-Gesellschaft sowohl ihre interessanten Darbietungen als auch die gebotenen materiellen Genüsse.

Die Herren in Malmö begnügten sich indessen nicht, der Gesellschaft nur Technisches vorzuführen, sondern sie wollten uns auch mit den Schönheiten ihres Landes bekannt machen. Zu diesem Zwecke wurde am Nachmittag eine prächtige Fahrt mit zwei Autocars in nordwestlicher Richtung ausgeführt. Die Gegend ist leicht gewellt; zahlreiche Gehöfte, in bunten Farben bemalt und umgeben von schattenspendenden Bäumen, sowie vereinzelte Windmühlen, geben der Landschaft ihr besonderes Gepräge. Was aber dem Beschauer in erster Linie in die Augen springt, das sind die immensen Getreidefelder. Man war gerade mit dem Einbringen der Ernte beschäftigt und überall sah man fleissige Hände an der Arbeit. Die Ernte erfolgt, soweit wir beobachten konnten, ausnahmslos auf maschinellem Wege, was angesichts der Grösse der Felder ohne weiteres begreiflich erscheint und zudem die Bodenformation für solche Betriebe äusserst günstig ist. Dass die Provinz Skåne als die „Kornkammer Schwedens“ bezeichnet wird, fanden wir auf dieser Fahrt in vollem Umfange bestätigt.

Das Ziel unseres Ausfluges war das Schloss Thorups, ein aus der Mitte des 14. Jahrhunderts stammender Backsteinbau, einer Familie Coyet gehörend. Wie fast alle Schlösser in den nordischen Ländern, soweit sie nicht auf Anhöhen stehen, ist auch dieses Schloss auf drei Seiten von einem Teich umgeben, dem sich ein weiter prächtiger Park anschliesst, das Ganze umsäumt von einem Bestand alter Buchen und Eichen, ein wahrhaft idyllischer Sitz. Das Innere des, wie man uns sagte, sehr interessanten Schlosses, war leider nicht zugänglich, dafür war Gelegenheit geboten, das zugehörige grosse landwirtschaftliche Gut, speziell den Viehstall mit einem schönen Bestand von 120 schwarzgefleckten Kühen zu besichtigen.

Noch ein zweites ähnliches Schloss „Skabersjö“ wurde besucht und hier speziell die schön angelegte und gut gepflegte Gartenanlage besichtigt.

Am Abend waren wir vom städtischen Gas- und Elektrizitätswerk Malmö zu einem Diner nach dem der Stadt gehörenden und in einem prächtigen Park gelegenen Vergnügungs- und Restaurationslokal „Kungsparken“ geladen.

Der folgende Tag (Mittwoch) fand die Gesellschaft bereits um 8 Uhr im Speisewagen des Zuges nach Göteborg versammelt. Die Zeit bis zum Ziel unserer Reise, Laholm, genügte, um in aller Ruhe das Frühstück einzunehmen. In Laholm standen einige Autos bereit, die uns zunächst nach dem etwa 5 km entfernten Bauplatz des neuen, am Laganfluss gelegenen Kraftwerkes „Karsefors“ brachten. Viel zu sehen war allerdings noch nicht, da mit dem Bau erst vor kurzem begonnen worden war, doch wurde uns von dem bauleitenden Ingenieur an Hand von Plänen das zukünftige Werk erläutert. Die braunen Wasser des Lagan stürzen an dieser Stelle über eine Felsbarre. Durch Stauung mittels eines Walzenwehres soll ein Gefälle

von ca. 26 m erzeugt werden. Ein Oberwasserkanal von 1,5 km Länge wird das Wasser von im Mittel 140 m^3/sec dem Turbinenhaus zuführen. Die Wassermenge des Lagan schwankt zwischen 9 und 450 m^3/sec. Das jetzige Minimum von 9 m^3/sec soll später durch Regulierung auf 30 m^3/sec erhöht werden. Im Kraftwerk werden zwei Francisturbinen mit stehenden Wellen von je 22000 PS Leistungsfähigkeit zur Aufstellung gelangen, die 100 Mill. kWh im Jahr erzeugen können. Als Bauzeit sind nur $1^1/_2$ Jahre in Aussicht genommen. Die Baukosten sind zu 5 Mill. Kronen veranschlagt. Rechnet man mit 10% Betriebskosten, so stellt sich die erzeugte kWh bei voller Ausnützung auf nur 0,5 Oere oder 0,65 Rp., ein selbst für schweiz. Verhältnisse ungewöhnlich niedriger Preis. Die Anlage wird von der Südschwedischen Kraftaktiengesellschaft (Sydsvenska Kraftaktiebolaget) gebaut, in deren Besitz auch alle übrigen am obern Laganfluss besuchten Kraftwerke sind.



Fig. 2.
Am Lagan. Baustelle des neuen Werkes Karsefors.

Von Karsefors wurde die Fahrt flussaufwärts, durch sonnige Felder und dunkle Forste, bergauf und bergab, fortgesetzt. Das nächste Ziel war das Kraftwerk „Skogaby". Der Lagan wird auch hier durch ein Wehr gestaut, so dass ein Gefälle von 14 m ausgenützt werden kann; ausserdem dient der Stausee zum Ausgleich der täglichen Energieschwankungen. Das Wehr besteht aus zwei durch Walzen von 3,5 m Durchmesser verschliessbaren Oeffnungen von je 10 m lichter Weite; im weiteren sind vier Ueberläufe und zwei Grundablässe vorhanden. Besondere schwimmende Abwehrvorrichtungen sollen den Zutritt von Eis zu den Turbinenkammern verunmöglichen. Bemerkenswert ist, wie übrigens bei allen Walzenwehren in Schweden, die Beheizung der seitlichen Abdichtungen der Walzen, um ein Festfrieren zu verhindern. Die Heizung erfolgt elektrisch. Das Werk enthält drei Maschinenaggregate mit horizontalen Achsen von je 5000 kVA Leistung bei 167 T/min, Maschinenspannung 5250 V. Neben dem Kraftwerk steht eine Freiluftstation üblicher Ausführung.

Das nächstfolgende Werk „Nedre Knäred" wurde nicht besucht, dagegen das Werk „Övre Knäred", das nach den gleichen Prinzipien, wie das Werk „Skogaby", gebaut ist. Durch Abriegelung des Tales durch eine Mauer wird der Fluss zu einem See gestaut und zugleich ein grösseres Gefälle erzeugt. Das Werk leistet 8000 PS bei einem Gefälle von 10 m. Aufgestellt sind zwei Einheiten zu je 3000 und eine Einheit zu 2000 PS. Der Stausee hat bei 1 m Absenkung einen Inhalt von 800000 m^3. Mit welchen Schwierigkeiten die Flusskraftwerke in Schweden im Winter zu rechnen haben, wird durch die Notwendigkeit dargetan, die Rechenstäbe vor den Turbineneinläufen zu heizen. Ohne dieses Hilfsmittel würden die Rechen bald zufrieren und damit der Wasserzufluss zu den Turbinen unterbrochen. Die Heizung erfolgt, wie bei den Walzenwehren, elektrisch, und zwar so, dass die hintereinandergeschalteten Stäbe eines Rechenfeldes selbst die Heizkörper bilden. Zur Heizung ist ein besonderer Transformator aufgestellt, mit einer Sekundärspannung von 70 V. Die Heizung im Werk „Övre Knäred" erfordert 100 kW. Es genügt, die Temperatur nur wenige Grad über Null zu halten, um eine Eisansammlung zu verhindern.

Unmittelbar an dieses Werk schliesst sich stromaufwärts das Werk „Bassalt" an. Die Fahrt dahin erfolgte mit einem Motorboot. Es war ein hoher Genuss über diesen von dunkeln Wäldern umsäumten und buchtenreichen Stausee dahinzugleiten. Die Leistungsfähigkeit dieses Werkes mit vier Maschineneinheiten beträgt ca. 10 000 PS. Als oberste Anlage am Lagan folgt dann noch das Werk „Majenfors", von dessen Besichtigung jedoch in Anbetracht der vorgeschrittenen Zeit Umgang genommen wurde. Es war mittlererweile gegen 4 Uhr geworden und so zog man vor, wieder nach „Övre Knäred" zurückzufahren, wo am Ufer des Sees unter den Bäumen ein wohlverdienter Imbiss eingenommen wurde.

Die Sydsvenska Kraftaktiebolaget, deren Werke wir soeben besichtigt hatten, setzt die gewonnene elektrische Energie in den benachbarten Provinzen Südschwedens, speziell in Skåne, ab; sie liefert aber auch Strom nach Dänemark. Im Jahr 1914 wurde von Helsingsborg in Schweden durch den Oresund nach Helsingsör in Dänemark eine Kabelleitung gelegt, um 7000 kVA mit 25 000 V Spannung zu übertragen. Der in Helsingsborg ankommende Drehstrom von 50 000 V wird hier auf 25 000 V reduziert, um dann auf der dänischen Seite wieder auf die ursprüngliche Spannung hinauf transformiert zu werden. Das Kabel von 370 mm² Querschnitt hat eine Länge von 11,7 km, davon entfallen 5,4 km auf das eigentliche Seekabel. Später, als sich die Notwendigkeit weiterer Energielieferung ergab, wurde ein zweites Kabel, diesmal für 50 000 V Spannung, durch den Sund gelegt. Abnehmer der Energie in Dänemark ist die „Nordsjaellands Elektricitets og Sporvejs Aktieselkab" in Hellerup bei Kopenhagen.

Um die Reisegesellschaft weiter zu befördern, war veranlasst worden, dass der nächste fällige Zug der unmittelbar beim Kraftwerk vorbeiführenden Eisenbahn anhielt und uns bis zur Umsteigestation Veringe mitnahm. Nach kurzem Aufenthalt daselbst ging es mit dem Eilzug bei einbrechender Dämmerung über Halmstad, Falkenberg nach Göteborg, das wir abends 9½ Uhr erreichten.

Für den nächsten Tag (Donnerstag) waren wir der Führung der Herren von Göteborg anvertraut. Vor Antritt der Auto-Rundfahrt waren beim Austritt aus dem Hotel die Presse-Photographen schon mit ihren Kameras auf der Lauer, um die Gesellschaft im Bilde festzuhalten. Mit Hülfe der der Presse gewohnten Fixigkeit konnten wir zwei Stunden später die mehr oder weniger gelungenen Aufnahmen in einem der Tagesblätter betrachten.

Die Autofahrt ging zunächst durch die neuern und grosstädtisch angelegten Quartiere, um dann nach Durchquerung des stattlichen Schlosswaldes (Slothskogen) auf einer Anhöhe mit einem Aussichtsturm anzuhalten. Von hier hat man einen grossartigen Fernblick auf die Stadt, den Hafen und die weitere Umgebung. Charakteristisch ist die geologische Formation der Gegend mit ihren abgerundeten, auf den Höhen meist kahl oder nur spärlich mit Buschwald bedeckten Hügeln aus Granit. Nach kurzem Aufenthalt kehrten wir zur Stadt zurück, vorüber am Kunstmuseum und andern bemerkenswerten öffentlichen Gebäuden, nach dem städt. Elektrizitätswerk.

Die Verteilung elektrischer Energie in Göteborg erfolgte vom Jahre 1884 an durch eine Privatgesellschaft. Im Jahr 1908 ging der Betrieb an die Stadt über, die eine neue Dampfzentrale mit einer Unterstation baute und ausserdem ein vollständiges Kabelnetz anlegte. Bis zum Jahr 1910 erfolgte die Erzeugung der elektrischen Energie mittels Dampfmaschinen, von da ab wurde beinahe der ganze Energiebedarf von der staatlichen Kraftstation in Trollhättan (65 km) und seit 1926 auch von der neuen staatlichen Wasserkraftstation Lilla Edet (50 km) bezogen, und zwar mit einer Spannung von 3×50 000 V, teils bei 25, teils bei 50 Per/sec. In Göteborg wird die Energie auf 3×6000 bzw. 3×10 000 V heruntertransformiert. Die Dampfanlage mit einer Gesamtleistung von 12 600 kW dient sowohl als Reserve als auch zur Spitzendeckung. Die Energie wird in der Zentrale und in vier Unterstationen in Gleichstrom von 2×120 V für Beleuchtung und Kleinmotoren und 600 V für Strassenbahnen und Hafenkräne umgeformt. Die Aussenquartiere werden

mit Drehstrom 220/127 V versehen. Die Grossverbraucher erhalten die Energie in Hochspannung von 6000 oder 10000 V.

Eine Besonderheit ist die öffentliche Beleuchtung, für die ein eigenes Kabelnetz angelegt wurde. Von der Zentrale gehen 40 Speiseleitungen nach Verteilspunkten, von wo aus die eigentlichen Verteilleitungen ausstrahlen. In der Zentrale ist in jeder Speiseleitung ein Relais eingeschaltet, das zum Ansprechen kommt und das Aufleuchten einer Signallampe bewirkt, sobald nur eine einzige Lampe von 100 W auslöscht. Monteure mit dem nötigen Material versehen begeben sich per Auto unverzüglich an den Störungsort, um die Sache in Ordnung zu bringen. Auf diese Art wird eine gut funktionierende Beleuchtung gewährleistet. Bei uns nimmt man es ruhig in Kauf, wenn einmal eine Lampe eine Nacht hindurch nicht brennt.

Der Vollständigkeit halber seien noch folgende Daten für das Jahr 1927 angeführt:

Anzahl Abonnements	63700	Einnahmen	8,3 Mill. Kr.
Anschlusswert . . .	87600 kW	Ausgaben, inkl. Verzinsung	
Stromerzeugung . .	94,5 Mill. kWh	und Rücklagen	4,9 Mill. Kr.
Maximalbelastung . .	28100 kW	Ueberschuss	3,4 Mill. Kr.

Anschliessend an die Werk-Besichtigung wurde auf einem Motorboot eine genussreiche Rundfahrt durch den Hafen unternommen. Göteborg, die zweitgrösste Stadt Schwedens mit seinen ca. 250000 Einwohnern, ist bekanntlich der älteste und grösste Ausfuhrhafen des Landes. Der Hafen selbst, das ist die Mündung des Göta-Älvs in das Kattegat, hat eine Länge von etwa 10 km, beidseitig umgeben von Werft- und Dockanlagen und ein reger Schiffsbetrieb zeugt von der grossen Bedeutung des Platzes. Durch den Göta-Kanal, dem Sammelname einer Schiffahrtsstrasse, bestehend aus Kanälen, grossen und kleinen Seen und Flüssen, wird eine Verbindung zwischen Kattegatt und Ostsee hergestellt. Dabei werden Höhenunterschiede bis zu 91,5 m mit nicht weniger als 65 Schleusen überwunden. Von der Nordsee bis in den Vännersee können Dampfer mit einer Ladefähigkeit von 1350 t den Kanal befahren.

Nach der Dampferfahrt verfügten wir uns nach dem Hauptbahnhof, wo bereits ein Extrazug der elektrisch betriebenen Staatsbahn Göteborg-Stockholm auf uns harrte, um uns nach Alingsås zu führen. Die Zugskomposition bestand aus einer elektr. Lokomotive, einem Mess- und einem Salonwagen. Der Messwagen, dessen ingeniöse Apparatur von Gebrüder Amsler in Schaffhausen stammt, dient dazu, alle Vorgänge während der Fahrt, wie Geschwindigkeit, Zugkraft, Beschleunigung, Verzögerung, Arbeit usw. zu messen und ausserdem auf einem breiten Papierband fortlaufend aufzuzeichnen. Dass elektrische Maschinen gelegentlich nicht nur in der Schweiz, sondern auch in Schweden streiken können, haben wir auf dieser Fahrt erlebt. Auf einmal ging es nicht mehr vorwärts; nach einigen Versuchen gelang es aber doch, den Zug wenigstens rückwärts in Bewegung zu setzen, so dass mit einiger Verspätung auf der nächsten Station eine herbeigerufene Ersatzmaschine den Zug dann ohne Anstand nach dem Bestimmungsort Alingsås führen konnte.

In einem in der Nähe des Bahnhofes gelegenen Gartenrestaurant wurde uns von dem Göteborgs Stads Elektrizitätswerk und der Yngeredsfors Kraftaktiebolaget ein willkommener Lunch serviert. Hierauf wurde die Bahn-Umformerstation besichtigt.

Die elektrisch betriebene Strecke der Staatsbahn von Göteborg nach Stockholm hat eine Länge von ungefähr 460 km. Die Energie zum Betriebe der Bahn wird von der Königl. Wasserfallverwaltung aus ihren Kraftwerken Trollhättan, Lilla Edet am Göta-Älv und Motala am Ausfluss des Vätternsees in Form von Drehstrom von 132000 V Spannung geliefert. In vier auf die Bahnlinie verteilten Unterstationen, von denen eine sich in Alingsås befindet, wird die Energie auf 6000 V Spannung reduziert und der Bahnverwaltung abgegeben und für die Verrechnung gemessen. Die Bahnverwaltung ihrerseits formt in den genannten vier Unterstationen den Drehstrom mittels rotierenden Umformern in Einphasenstrom von 16000 V und

$16^2/_3$ Per/sec um, der dann der Kontaktleitung direkt oder durch Speiseleitungen zugeführt wird, ein System also, wie es in der Schweiz von den S. B. B. auch angewendet wird. Erwähnt sei hier, dass noch eine zweite staatliche Bahn in Schweden existiert, die nach dem gleichen System elektrisch betrieben wird; es ist dies die nördlichst gelegene Bahn, die von Lulea am Bottnischen Meerbusen über Kiruna und Abisko nach Narvik in Norwegen, am Atlantischen Ozean gelegen, führt.

In Alingsås befindet sich eine Freiluftstation zur Reduktion der Spannung von 132000 auf 6000 V und daneben in einem Gebäude das Unterwerk mit 3 Umformern von je 2400 kVA Dauerleistung. Die elektrischen Lokomotiven sind imstande, einen Zug mit einem Gewicht von 500 t auf horizontaler Strecke mit einer Geschwindigkeit von 90 km/h und bei 900 t mit 60 km/h zu befördern. Der elektrische Betrieb wurde im Frühjahr 1926 aufgenommen. Die Gesamtkosten der Elektrifikation, bestehend aus Umformerstationen, Kontaktleitung, Telegraphen- und Telephonkabel und elektrischen Lokomotiven, beliefen sich auf rund 40 Mill. Kronen oder 87300 Kr. per km (ca. Fr. 121 000.–). Die elektrische Energie in 6000 V Spannung wird mit 3,75 Oere/kWh (ca. 5,2 Rp.) bezahlt; man hofft aber, dass dieser Preis später, weil zu hoch, auf 2,8 Oere reduziert werde.

Von den gleichen Gesellschaften, die uns schon in Alingsås gastlich bewirtet hatten, wurden wir am Abend erneut zu einem Diner bei der „Trädgardsförenigen" (Gartenbauverein) geladen. Das Restaurationsgebäude steht in einem grossen Park von seltener Schönheit; wohlgepflegt, ohne Künsteleien in seiner natürlichen Gestaltung erhalten, entzückt er mit seinen sammeten Rasenflächen und den wunderbaren Blumenrabatten das Auge jeden Besuchers. Die weithin als Sehenswürdigkeit berühmten Treibhäuser konnten wir mangels Zeit leider nicht besuchen.

Der folgende Tag (Freitag) war dem Besuche der staatlichen Kraftwerke Lilla Edet und Trollhättan gewidmet. Mit Autos fuhren wir auf der linken Talseite dem Göta-Älv entlang zunächst nach dem ca. 50 km entfernten Lilla Edet.

Der Göta-Älv ist Schwedens bedeutendste Kraftquelle; er bildet den Ausfluss des rund 5500 km² grossen Vännersees (Bodensee 540 km²), der ca. 45 m über Meereshöhe liegt. Die Länge des Flusses beträgt nur 87 km. Der Höhenunterschied verteilt sich in der Hauptsache auf 3 Wasserfälle, oder besser gesagt Stromschnellen: Vargön am Ausfluss des Sees mit rund 5 m, Trollhättan (10 km unterhalb Vargön) mit rund 32 m und Lilla Edet (20 km unterhalb Trollhättan) mit rund 7 m. Alle drei Fälle sind im Besitze des Staates (Königl. Wasserfall-Verwaltung); ausgenützt werden z. Z. nur die beiden untersten Stufen. Die Wasserführung des Göta-Älvs ist dank des riesigen Reservoirs des Vännersees eine ausserordentlich gleichmässige; sie schwankt zwischen 320 und 900 m³/sec. Durch Aufstauung des Sees kann die Niedrigwassermenge noch wesentlich erhöht werden. Nach durchgeführter Regulierung rechnet man mit einer Energieproduktion von 1300 Mill. kWh im Jahr, das ist etwa ein Drittel des heutigen Energieverbrauches in ganz Schweden. Die Gesamtleistung der vom Göta-Älv getriebenen Kraftwerke wird dann etwa 300000 kW (425000 PS an den Turbinen) betragen.

Im Werk Lilla Edet stehen drei Maschinenaggregate mit vertikalen Achsen:

1 Kaplanturbine mit drehbaren Schaufeln von 14000 PS und
2 Lavaczeck-Turbinen von je 11200 bis 11600 PS, Laufraddurchmesser 6 m.

Die drei direkt gekuppelten Drehstromgeneratoren leisten je 10000 kVA bei 10000 V und 62,5 T/min (25 Per/sec). Das Stauwehr besteht aus zwei mit Walzen verschliessbaren Oeffnungen von je 20 m Länge, ferner drei Schützen, einer Eisablasschütze und einem Grundablass. Das Werk wurde im Jahr 1919 in Angriff genommen und 1926 betrug die Stromerzeugung 124 Mill. kWh bei 23800 kW maximaler Belastung.

Mit einem Motorboot fuhren wir nach der Besichtigung im Stau des Werkes flussaufwärts, zunächst bis zu den Schiffsschleusen unterhalb Trollhättan. Diese Schleusenanlage ist wohl der interessanteste Teil des ganzen Göta-Kanals. Mittels

einer aus drei Schleusen bestehenden Schleusentreppe werden die Schiffe um ca. 26 m, zunächst in ein Ausgleichsbecken und dann von hier mit einer vierten Schleuse von ca. 6 m Hubhöhe auf die Höhe des Flusses oberhalb der Stromschnellen gehoben. Die Breite am Schleusentor beträgt 13,7 m, die Länge von Tor zu Tor rund 98 m. Die Schleusenanlage wurde am 25. Oktober 1916 dem allgemeinen Verkehr übergeben. Es existieren noch andere, aus früherer Zeit stammende Schleusenanlagen, eine aus dem Anfang des 19. Jahrhunderts und eine zweite aus dem Jahr 1844, die aber zufolge ihrer geringen Dimensionen dem sich stets steigernden Schiffsverkehr nicht mehr genügten und zum Bau der heute im Betriebe befindlichen Anlage zwangen.

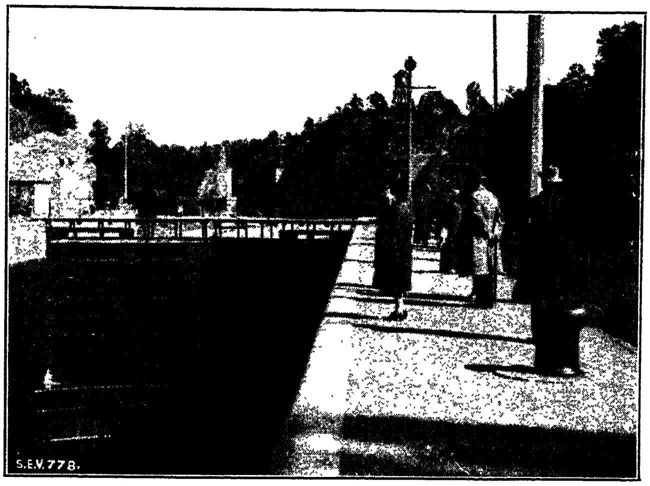


Fig. 3.
Schiffschleuse am Göta-Kanal.

Während unser Boot durch die drei Schleusen emporgehoben wurde, hatten wir genügend Zeit, die verschiedenen Manipulationen und die elektromechanischen Einrichtungen zur Bewegung der Stemmtore zu betrachten. Nachdem wir wieder auf dem Fahrzeug Platz genommen hatten, konnten wir uns auf der Weiterfahrt an einem von der Wasserfallverwaltung gespendeten Lunch erlaben. An Trollhättan vorbei ging die Fahrt bis Stallbacka weiter, um dann zum erstgenannten Ort zurückzukehren und zu landen. Per Auto wurde zuerst das Stauwehr besichtigt; dieses enthält vier (drei grössere und eine kleinere) Ablassöffnungen. Die zwei mittleren Oeffnungen werden mit 20 m langen Walzen von 3,6 m Durchmesser, die übrigen mit Schützen von 3 bis 3,7 m Breite abgeschlossen. Bei starkem Eisgang wird das Eis durch die Walzenwehre abgeführt. Um ein Anhaften des Eises an den Abdichtungsflächen zu verhindern, werden diese, wie wir dies schon bei den früher besuchten Werken gesehen hatten, elektrisch geheizt. Auf der Weiterfahrt wurden wir noch zu den bemerkenswertesten Aussichtspunkten geführt, von wo aus man prächtige Ausblicke auf die in der Tiefe brausenden Stromschnellen hatte.

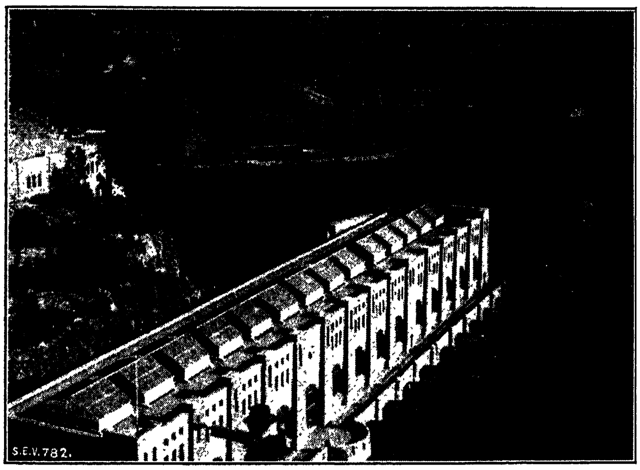


Fig. 4.
Kraftwerk Trollhättan.

Der Hauptanziehungspunkt des heutigen Tages war unstreitig der Besuch des Kraftwerkes Trollhättan. Der Maschinensaal von 146 m Länge und 23 m Breite bietet mit seinen 13 horizontalachsigen Maschinenaggregaten einen ungemein impo-

santen Anblick. Die Gesamtleistungsfähigkeit des Werkes beträgt 166000 PS; es zählt somit zu den grössten Anlagen dieser Art in Europa. Vorhanden sind 11 Drehstromgeneratoren von je 11000 kVA Leistungsfähigkeit bei 11000 V und 25 Per/sec, sowie 2 Doppelgeneratoren von 2×11000 kVA von 25 und 50 Per/sec. Die Turbinen sind horizontalachsige Francis-Zwillingsturbinen. Zur Erregung der Generatoren dienen 3 Gleichstrommaschinen zu 350 kW, 220 bis 300 V und eine Akkumulatorenbatterie von 4752 Ah Kapazität. Im Jahre 1927 wurden bei einem Maximaleffekt von 118800 kW 777 Mill. kWh erzeugt. Die Fernübertragung erfolgt zum Teil unter einer Spannung von 130 kV (Leitungslänge 87 km), zum Teil unter 50 kV (Leitungslänge 390 km). Im Jahre 1906 wurde der erste Ausbau in Angriff genommen und im Jahre 1910 der erste Maschinensatz in Betrieb gesetzt. Der Ausbau auf die heutige Leistung erfolgte in den Jahren 1915 bis 1920. Die Kraftwerksanlagen allein kosteten rund 23,8 Mill. Kr. (33 Mill. Fr.), die Verteilungsanlagen 15,5 Mill. Kr.; ausserdem wurden für die Wasserrechte einschliesslich Vargön und Lilla Edet rund 28,2 Mill. Kr. bezahlt.

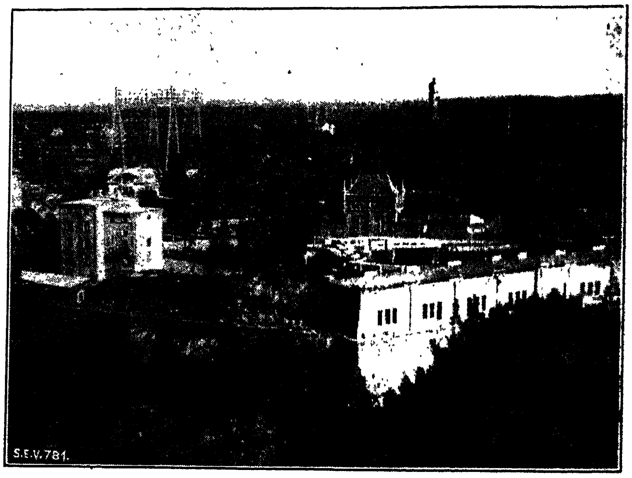


Fig. 5.
Trollhättan.

Nach der Kraftwerksbesichtigung, zu der auch noch das Umspannwerk 10/130 kV gehörte, vereinigte sich die Gesellschaft am Abend bei einem von der Wasserfallverwaltung freundlichst angebotenen Diner. Nach herzlicher Verabschiedung und Dank an die Direktion der Verwaltung, brachten uns die Auto nach der Eisenbahnstation Vänersborg, wo bereits ein Schlafwagen unser harrte, in welchem wir wohl geborgen die Nachtfahrt nach Västerås zurücklegten.



Fig. 6.
Unterhalb Trollhättan-Werk.

Samstag Morgen 9 Uhr trafen wir am Bestimmungsorte ein, am Bahnhof begrüsst von Herrn Edström, Direktor der Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget, oder kurz ASEA bezeichnet. Nach dem Frühstück in einem in der Stadt gelegenen Gartenrestaurant, richteten wir unsere Schritte nach der Fabrikanlage der eben genannten Gesellschaft. Vor Beginn der Besichtigung wurden die Teilnehmer vor dem in den Jahren 1919/20 gebauten imposanten Verwaltungsgebäude mit seinem charakteristischen Turm photographiert

(siehe Fig. 1). Nach Durchschreitung der Verwaltungsabteilung wurde uns im Propagandaraum ein Film der Fabrikfiliale in Ludvika vorgeführt, dem ein zweiter Film folgte und der die Holzfällerei und die Herstellung der Holzkohle zeigte.

Die ASEA ist die grösste Unternehmung auf elektrotechnischem Gebiete in Nordeuropa. Sie wurde im Jahre 1883 gegründet, um die in der Elektrotechnik bahnbrechenden Erfindungen des Ingenieurs Jonas Wenström in die Praxis umzusetzen. Wenström war auch der erste technische Leiter der ASEA. Der Hauptsitz der Gesellschaft ist in Västerås; eine zweite Fabrik befindet sich, wie bereits erwähnt, in Ludvika. Hier werden speziell Transformatoren und Schalter fabriziert. In Finspong werden Turbinen gebaut und in Liljeholm befindet sich eine Kabelfabrik. Der Gesellschaft gehören im weiteren ausgedehnte Waldungen, Gruben, und Hochofenanlagen bei und in Spännarhyttan. Sie ist ferner im Besitze eines der modernsten und grössten Eisenwerke Schwedens in Sörstafors. Die Fabrikation der ASEA erstreckt sich auf so gut wie alle für die Starkstromtechnik in Frage kommenden Artikel, von Schaltern, Sicherungen und Ventilator-Motoren von $^1/_{10}$ PS bis zu den gewaltigsten Generatoren und Generatoranlagen von hunderttausenden von PS, ferner elektrische Eisen- und Strassenbahnen, Lokomotiven, Krane und Aufzüge. Die Produkte der ASEA fanden wir denn auch in den meisten von uns besuchten Kraftwerken, so besonders in Lilla Edet und Trollhättan, vorherrschend, ebenso bei der elektrifizierten Staatsbahn.

Am Schluss des Rundganges durch das Verwaltungsgebäude konnten wir noch einen, leider viel zu kurzen, Blick in die historische Abteilung werfen. In diesem Museum wird an Hand von Originalapparaten und -Maschinen, sowie Zeichnungen die Entwicklung der Starkstromindustrie in instruktiver Weise gezeigt. Besonderes Interesse erweckte der erste Drehstrommotor von Wenström, sowie in Vitrinen seine zahlreichen Skizzenbücher, Zeichnungen, Berechnungen und Korrespondenzen.

Vom Verwaltungsgebäude der ASEA ging die Fahrt nach dem staatlichen Dampfkraftwerk, das als gemeinsames Reserve- und Spitzenkraftwerk in Verbindung steht mit den Wasserkraftanlagen Trollhättan, Älvkarleby und Motala. Mit Trollhätan ist das Werk durch eine 130 kV-Leitung, mit den andern je mit einer Leitung von 50 kV verbunden. Aufgestellt sind zwei Dampfturbinengeneratoren von je 7000 und 2 von je 14000 kW, dazu eine Kesselbatterie von 8 Babcock & Wilcox-Kesseln mit Kettenrostfeuerung und zwei Kesseln stehender Konstruktion, für Oelfeuerung. Bei Stromunterbruch von den Wasserkraftwerken her kann ein solcher Kessel innert 12 Minuten angeheizt und auf 20 Atm. Druck gebracht werden. Dieses Experiment wurde uns vorgeführt. Jeder Kessel hat 6 × 3 Düsen, 200 m² Oberfläche und kann pro Stunde 40 t Dampf liefern. Für die Kessel mit Kohlenfeuerung wird die Kohle von 6200 Cal Heizwert aus Polen bezogen, und zwar zu dem ausserordentlich niedrigen Preis von Kr. 11.70 (Fr. 16.30) pro t loco Werk.

Nach dieser Besichtigung lenkten wir unsere Schritte wieder zurück zur ASEA, um nunmehr die Fabrikationswerkstätten in Augenschein zu nehmen. Wir besuchten die Abteilungen für Kleinmotoren, für Transformatoren, für Apparate und Schaltanlagen und zum Schlusse die grosse Maschinenhalle, wo gerade einige bemerkenswerte Drehstrom- und Gleichstromgeneratoren, letztere für England bestimmt, in Arbeit waren. Wir haben bei diesem Rundgang den Eindruck erhalten, dass die ASEA sich mit ihren Fabrikaten füglich an die Seite der andern grossen kontinentalen Unternehmungen stellen darf.

Mit dieser Besichtigung war das offizielle Programm für diesen Tag absolviert. Von der ASEA wurden wir nunmehr zu einer Rundfahrt per Auto durch die Stadt und deren Umgebung eingeladen. Hiebei hatte sich die schweizerische Delegation der besondern Aufmerksamkeit von Herrn Direktor Edström zu erfreuen, da dieser seiner Zeit am Polytechnikum in Zürich studierte und nachher einige Zeit bei der Städtischen Strassenbahn in Zürich tätig war. Die Fortsetzung der Autofahrt bildete eine Fahrt mit einem Motorboot über den Mälarsee nach der Insel

Elba, woselbst ein von der ASEA gespendeter Lunch eingenommen wurde. Herr Ringwald verdankte bei diesem Anlasse namens der ausländischen Delegationen der Gesellschaft, speziell Herrn Direktor Edström, die verschiedenen Darbietungen auf das wärmste. Einen weitern Dank richtete er an unsern Reisemarschall Herr Ljundahl, der auf der ganzen Fahrt stets für das Wohl der Reisegesellschaft treu besorgt war und übergab ihm als äusseres Zeichen der Anerkennung der geleisteten Dienste im Namen der ausländischen Gäste eine silberne Schale mit eingravierter Widmung.

Nach Västerås zurückgekehrt, hatten wir Gelegenheit, einer grossen Volksbelustigung beizuwohnen, die zu Gunsten der Blindenversorgung veranstaltet wurde. Wir waren denn auch bald mitten in dem Getriebe, so dass unser Reisemarschall die grösste Mühe hatte, seine Schäflein rechtzeitig zur Bahn zu bringen; aber es gelang ihm doch, und vollzählig stiegen wir abends 10 Uhr in Stockholm aus. Kaum aus dem Wagen gestiegen, flammte Blitzlicht auf; die Pressephotographen hatten ihre Apparate auf uns gezückt und wollten unbedingt ein Bild von uns haben für ihre Zeitungen.

Für den folgenden Sonntag waren keine Veranstaltungen im Programm vorgesehen; er sollte als Ruhetag benützt werden; allein schon lag bei unserer Ankunft im Hotel eine schriftliche Einladung der Sieverts Kabelwerke zu einem Mittagsmahl im Grand Restaurant Saltsjöbaden auf dem Tisch, der wir doch gerne Folge leisteten. In einer stattlichen Autokolonne gelangten wir zunächst nach dem berühmten Skuru-Sund. Eine hochgewölbte Betonbrücke verbindet die beiden Ufer des genannten Fjords und man hat hier einen prächtigen Tiefblick auf den Meeresarm und die dicht bewaldeten Hänge, in denen zahlreiche, meist für den Sommeraufenthalt bestimmte Villen versteckt sind. Jede dokumentiert ihren Standort durch eine an einem Mast hochgezogene Fahne in den Landesfarben, wodurch die ganze Gegend einen ungemein fröhlichen Anstrich erhält. Nach kurzem Aufenthalt setzten wir die Fahrt nach dem Bestimmungsort fort. Saltsjöbaden ist ein bekannter und von Stockholm aus viel besuchter Ausflugsort, wo im Sommer gebadet und Wassersport getrieben wird. Eine am Ufer aufgestellte rassige Bronzestatue eines Schlittschuhläufers deutet auf die Popularität des Schlittschuhsports hin. Die sehr gediegene Einladung wurde der Gastgeberin namens sämtlicher Gäste von dem Vorsitzenden der schwedischen Vereinigung, Herrn Direktor Dahlander, gebührend verdankt.

Ueber die Stadt Stockholm und die empfangenen Eindrücke zu schreiben, würde den Charakter und den Rahmen des vorliegenden Berichtes bei weitem übersteigen. Immerhin sei so viel bemerkt, dass wir alles bestätigt gefunden haben, was wohl jeder Besucher, der nach Stockholm kommt, empfindet. Die Stadt mit ihrer wunderbaren Lage am Mälarsee, mit ihren hervorragenden Gebäuden älterer und neuester Zeit (Stadthaus) geben ihr ein ungemein imposantes, ein stolzes Aussehen. Stockholm darf mit Recht für sich in Anspruch nehmen, als eine der schönsten, wenn nicht als schönste Stadt des Nordens zu gelten.

Die Jubiläumsfeier der Vereinigung begann unter reger Beteiligung am Montag vormittag (3. September) in den reich geschmückten Sälen der Svenska Läkaresällskapet. Die Veranstaltung erhielt dadurch ihre besondere Bedeutung und Weihe, dass S. M. König Gustav V der Eröffnung der Sitzung beiwohnte. Herr Direktor Dahlander eröffnete die Verhandlungen nach einigen Begrüssungsworten mit dem Vortrag „*Die Entwicklung und Bedeutung der Elektrizitätswerke*". Nach einem kurzen Ueberblick über die Entwicklung der Elektrotechnik im Allgemeinen, kam der Vortragende speziell auf die Verhältnisse in Schweden zu sprechen. Unter anderem wurde erwähnt, dass in Schweden gegenwärtig weit über 4 Milliarden Kilowattstunden im Jahr produziert würden und dass diese Ziffer während einer Entwicklungsperiode von wenig mehr als 30 Jahren erreicht worden sei. Der Wert der von den Konsumenten verbrauchten elektrischen Energie könne zu etwa 300 Mill. Kr. (420 Mill. Fr.) im Jahr veranschlagt werden. Die Gesamtlänge der Hoch-

spannungsleitungen in Schweden betrage rund 50000 km. Es dürfe gesagt werden, dass die schwedischen Elektrizitäts- und Kraftwerke als auf einem hohen Standpunkte stehend angesehen werden können. Auch bezüglich Tarife und Betriebssicherheit sei die Allgemeinheit im grossen Ganzen zufriedenstellend bedient. Uebergehend zu dem Problem der Zusammenarbeit der verschiedenen Kraftwerke wurde erwähnt, dass auch in Schweden ein solcher Parallelbetrieb an mehreren Stellen mit Vorteil praktiziert werde und dass in dieser Hinsicht für die Zukunft noch eine starke Entwicklung zu erwarten sei, je nachdem die technischen und andere Schwierigkeiten überwunden werden könnten. Das Zusammenschalten und der Parallellauf setze aber Einheitlichkeit, besonders hinsichtlich der Frequenz voraus. Diese Einheitlichkeit, die auf dem europäischen Kontinente schon gewonnen sei, indem 50 Per/sec dort Standard sei, sei auch in Schweden auf gutem Wege durchgeführt zu werden. Die Frequenzen 60 oder 25 Per/sec würden ganz oder teilweise auf 50 Per/sec übergeführt; so werde beispielsweise das neue Wasserkraftwerk bei Lanforsen am Dalälv, das die Stadt Stockholm mit andern Teilhabern baue, für diese Periodenzahl gebaut. Zum Schlusse bemerkte der Vortragende, dass zur Erzielung eines guten Resultates guter Wille und vertrauensvolles Zusammenarbeiten erforderlich sei und dass, wenn das gute Einvernehmen, das sowohl innerhalb der Schwedischen Elektrizitätsvereinigung als auch zwischen dieser und den Brudervereinigungen in andern Ländern geherrscht habe, auch hier zur Geltung komme, ihre Zukunftsprobleme sicherlich eine glückliche Lösung finden würden.

Dieser gehaltvolle Vortrag von Herrn Direktor Dahlander wurde von der Versammlung mit reichem Beifall belohnt. Nachzutragen ist noch, dass bei der Begrüssung Herr Generaldirektor Lange aus Deutschland namens der ausländischen Verbände sprach und der schwedischen Vereinigung die Glückwünsche zur Jubiläumsfeier überbrachte, sowie die Einladung hiezu herzlich verdankte. Als zweiter Vortragender berichtete Herr Direktor Ringwald über *„Erfahrungen von Zusammenarbeit von Kraftwerken in der Schweiz"*. An Hand einer Karte mit eingezeichneten Hoch- und Höchstspannungsleitungen erläuterte er eingehend die Verbindung der verschiedenen Grosskraftwerke bzw. Kraftwerksgruppen und den Export elektrischer Energie nach dem Ausland. Seine Ausführungen schloss der Vortragende mit dem Hinweis, dass es mit dem technischen Parallelschalten von Kraftwerken nicht immer getan sei, dass es oft wichtiger sei, auch die massgebenden Personen parallelschalten zu können, um so im gemeinsamen Interesse des Landes wirtschaftlich zu arbeiten. Die Ausführungen von Herrn Ringwald fanden ebenfalls die ungeteilte Anerkennung des Auditoriums und trugen ihm sogar den persönlichen Dank S. M. des Königs ein, der sich hierauf empfahl.

Herr Direktor Pirrung von Biberach (Deutschland) erläuterte die Verbundwirtschaft in Süddeutschland, speziell die Verbindung der Vorarlbergischen Wasserkraftwerke mit den Dampfkraftwerken im Ruhrgebiet und Herr Direktor Bertschinger berichtete über die speziellen Verhältnisse bei den N. O. K. Auch diese beiden Ausführungen wurden mit Interesse entgegengenommen und vom Vorsitzenden bestens verdankt. Da die weiteren Vorträge alle in der Landessprache gehalten wurden, verzichtete der Berichterstatter auf die weitere Anwesenheit und benützte die Zeit zu andern Besichtigungen.

Hier mögen nun einige Angaben über das städtische Elektrizitätswerk Stockholm folgen: Von dem Wasserkraftwerk Untra am Dalälven, in dem vier Generatoren von je 7000 kW aufgestellt sind, wird die elektrische Energie in 100 kV Spannung über eine 132 km lange Fernleitung dem Dampfkraftwerk Värtan bei der Stadt zugeleitet und hier auf 6000 V heruntertransformiert. In Värtan befinden sich 6 Dampfturbinen mit einer Gesamtleistung von etwa 60000 kW. Für die Dampferzeugung sind 26 Kessel mit Kettenrostfeuerung vorhanden; Betriebsdruck 24 und 14 At. Beide Kraftwerke arbeiten mit 25 Per/sec. Die Verteilung in der Stadt erfolgt durch Kabel mit 6000 V Spannung. Grossabnehmer erhalten die Energie bei dieser Spannung in eigenen Transformatorenstationen. Für die öffent-

lichen Netze wird der Strom in Unterstationen auf 2×220 V Gleichstrom für Beleuchtung und Kleinmotoren, sowie auf 570 V Gleichstrom für die Strassenbahnen und für die Hafenkräne umgewandelt. In den Aussenbezirken wird Drehstrom 3×220 V mit 220 V Lampenspannung verteilt. Der Uebergang von 25 auf 50 Per/sec ist vorgesehen, ferner soll eine Spannung von 30 kV für die grossen Kabelleitungen in der Stadt eingeführt werden. Im Jahr 1927 wurden bei einer Maximalbelastung von 54300 kW rund 170 Mill. kWh produziert und 137 Mill. kWh an die Abonnenten abgegeben, die sich wie folgt verteilen:

Private Beleuchtung	31,1 %	Strassenbahn, Hafenkräne	18,4 %
Strassenbeleuchtung	2,4 %	Grossverbraucher bei Hochspannung	32,5 %
Kraft, Niederspannung	14,6 %	Eigenverbrauch	1,0 %

Die Tarife sind zurzeit folgende:

Niederspannung: Licht 27 Oere (37,5 Rp.) pro kWh mit Rabatten,
Kraft 16 Oere (22,2 Rp.) pro kWh mit Rabatten.

Haushaltungstarif: 160 Kr. (222 Fr.) pro kW und Jahr + 4 Oere (5,6 Rp.) pro kWh, gemessen durch Ueberverbrauchzähler. Ueberverbrauch nach Lichttarif. Mindestbenutzungsdauer der vertraglichen Leistung 4000 Stunden.

Hochspannung: 1500 Kr. (2085 Fr.) pro Jahr, 70 Kr. (97 Fr.) pro kW und Jahr + 2 Oere (2,8 Rp.) pro kWh.

Finanzielle Zahlen aus dem Jahre 1927:

Buchwert der Anlage	43,1	Mill. Kr.
Einnahmen	20,2	„ „
Ausgaben:		
Zinsen und Amortisationen	5,2	„ „
Betrieb und Verwaltung	6,6	„ „
Neuanlage von Gewinnmitteln	1,6	„ „
Ueberschuss:		
Berechnete Gewinnabgabe an die Stadtkasse	2,8	„ „
Ueberschuss über das Budget	4,0	„ „
Total	20,2	Mill. Kr.

Den Nachmittag benützten Herr Dir. Bertschinger und der Berichterstatter zur Besichtigung einer elektrischen Küche mit Sevesherd in einem Privathause, sowie einer 20 km von Stockholm entfernten Muster-Gärtnerei mit elektrischer Heizung der Triebbeete. Bezüglich dieser beiden Objekte sei auf die besondere Berichterstattung von Herrn Bertschinger verwiesen.

Abends 7 Uhr war grosses, offizielles Bankett in Hasselbacken, das mit den bei solchen Anlässen üblichen Reden vor sich ging. Als zweiter Redner hatte es Herr Direktor Ringwald übernommen, namens der eingeladenen auswärtigen Vereinigungen zu sprechen. Nach gebührender Verdankung für die Einladung und die während der Studienreise gemachten Darbietungen aller Art, gab er speziell als Vertreter des V. S. E. der Hoffnung Ausdruck, anlässlich der nächstjährigen Jahresversammlung in St. Moritz, Vertreter der Schwedischen Vereinigung begrüssen zu können, um bei ihnen etwas von der Schuld abzutragen, in der wir bei ihr durch den glänzenden Empfang stünden.

Der letzte offizielle Tag (Dienstag den 4. Sept.) war bestimmt zum Besuche der Ausstellung „Das Licht im Dienste der Menschen“, welche von der Ingenieurakademie und der Schwedischen Vereinigung für Lichtkultur veranstaltet worden war. Nach erfolgter Begrüssung der Teilnehmer durch Herrn Kommerzienrat Enström wurde unter der Führung von Herrn Ing. Althin ein Rundgang angetreten. Die Ausstellung bestand aus zwei Abteilungen: einer historischen und einer Abteilung

für moderne Beleuchtung. In der historischen Abteilung wurde die Entwicklung der Beleuchtung von den Uranfängen an mit Kienspan, über Oel, Kerze, Petroleum, Gas bis hinauf zu den modernsten elektrischen Lampen in zahlreichen Original-Beleuchtungskörpern gezeigt. Ausgestellt war ferner die erste Laval-Dampfturbine mit Gleichstromdynamo aus dem Jahre 1892, die noch bis vor kurzem in regelmässigem Betriebe war; ein Gleichstrommotor der ASEA aus dem Jahre 1883; eine Flachringdynamo von Thorin von 1884; Original-Glühlampen von Edison von 1885; eine Bogenlampe, System Thomson-Houston, vom gleichen Jahr, usw., im ganzen eine überaus reichhaltige Sammlung, die ein gutes, zusammenhängendes Bild der Entwicklung der Beleuchtung bot.

In der modernen Abteilung wurde in zahlreichen Ständen die Anwendung des elektrischen Lichtes für alle möglichen Zwecke gezeigt: Schaufenster, Wohnräume, Werkstätten, Lehrsäle, Strassen usw., wobei bei verschiedenen Objekten durch Umschaltung fehlerhafte Beleuchtungsanordnungen eingeschaltet werden konnten. Auch hier haben die Aussteller es sich angelegen sein lassen, ein umfassendes Bild der neuzeitlichen Lichttechnik zu zeigen.

Auf Einladung der Stadt Stockholm versammelten sich um 2 Uhr die Teilnehmer im goldenen Saal des neuen Stadthauses zu einem Lunch. Es möge gestattet sein, hier einige Worte über dieses moderne Wahrzeichen Stockholms anzubringen. Der gewaltige Ziegelbau, eine Mischung nordischer und südländischer Architektur, steht an einer dominierenden Stelle am Mälarsee und bietet mit seinem 106 m hohen Eckturm einen imposanten Anblick, der jeden Besucher Stockholms unwillkürlich gefangen nimmt. Der Bau wurde in den Jahren 1911 bis 1923 mit einem Kostenaufwand von 20 Millionen Kronen (ca. 28 Mill. Fr.) von Architekt Ragnar Östberg ausgeführt. Das Innere enthält u. a. eine Reihe prächtiger Repräsentationsräume, so vor allem den „goldenen Saal", in dem wir bewirtet wurden. Dieser Saal, eine Sehenswürdigkeit ersten Ranges, hat bei 44 m Länge und 14 m Breite eine Höhe von 12 m und genügt zur Abhaltung von Banketten für 750 Personen. Die Wände, Tür- und Fensternischen bestehen aus lauter Goldmosaiks, die sich in dem glänzenden Marmorboden spiegeln. Auf diesem Goldgrund sind, ebenfalls in Mosaiks ausgeführt, allegorische Figuren und geschichtliche Begebenheiten Schwedens dargestellt; auch die berühmtesten Männer und Frauen Schwedens sind so verewigt, von den Wickinger anfangend über Gustav Wasa, Gustav Adolf, Karl XII. bis hinauf zu der Philantropin Elsa Brandström, die sich bekanntlich in den Jahren 1918/22 in hervorragender Weise der Kriegsgefangenen in Russland annahm.



Fig. 7.
Stockholm.

Die Gesellschaft wurde von dem Vertreter der Stadt, Herrn Bürgerrat General Åkerman herzlich begrüsst, der dann auch noch in deutscher Sprache die auswärtigen Gäste besonders willkommen hiess. Anschliessend an diese Bewirtung war als letzte Veranstaltung eine Dampferfahrt durch die Schären in der Nähe von Stockholm vorgesehen. Der Dampfer führte uns vom Stadthaus weg durch verschiedene Meeresarme um die Insel Lidingö herum, um dann nach etwa dreistün-

diger, trotz des etwas nebligen Wetters, genussreichen Fahrt am Quai vor unserem Hotel zu landen. Damit war die offizielle Veranstaltung zu Ende und wir verabschiedeten uns mit aufrichtigem Dank für die überaus liebenswürdige Gastfreundschaft von unsern schwedischen Kollegen.

Unsere Delegation blieb noch den folgenden Tag in Stockholm, um, was bisher durch die vielen Veranstaltungen nur in ungenügendem Masse möglich war, eine etwas eingehendere Besichtigung der Stadt vorzunehmen. Noch am selben Abend wurde die Rückreise angetreten, wobei die Herren Ringwald und Bertschinger ihren Weg über Kopenhagen nahmen und hier von den dänischen Kollegen in zuvorkommender Weise aufgenommen wurden.

Wenn wir nun auf all das Gesehene und Gebotene zurückblicken, so ist zu konstatieren, dass Schweden in verhältnismässig kurzer Zeit einen hohen Grad der Versorgung des Landes mit elektrischer Energie erreicht hat. Ende 1927 waren 1475000 PS in Wasserkraftwerken vorhanden mit einer Jahreserzeugung von 4350 Millionen kWh, und neue grosse Werke sind zurzeit im Entstehen begriffen. Wie in der Schweiz, so macht man auch in Schweden alle Anstrengungen, die Wasserkräfte so viel als möglich auszubauen, um sich so mehr und mehr vom Ausland unabhängig zu machen. Was in Schweden, im Gegensatz zur Schweiz, fehlt, das sind hydraulische Spitzenkraftwerke; an deren Stelle sind grosse Dampfkraftwerke vorhanden, die mit den sehr niedrigen Kohlenpreisen relativ billige Spitzenenergie zu erzeugen vermögen. Auch an der Vereinheitlichung der Energieerzeugung und am Zusammenschluss der Werke im Interesse einer möglichst rationellen Ausnützung wird viel gearbeitet. Dass wir alle das Schöne und Interessante in müheloser Weise zu sehen bekamen, haben wir den schwedischen Freunden zu verdanken, daher sei ihnen an dieser Stelle nochmals unser verbindlichster Dank ausgesprochen und, wie Herr Ringwald in seiner Rede in Stockholm erwähnte, hoffen wir, das nächste Jahr die Ehre und das Vergnügen zu haben, eine Delegation von ihnen in St. Moritz anlässlich der Jahresversammlung des V. S. E. begrüssen zu dürfen.

II. Besonderer Bericht über verschiedene technische und wirtschaftliche Einzelheiten.

Von Direktor *J. Bertschinger*, Zürich.

1. *Betr. elektrisches Melken.* Der Vorsteher der „Elektrowirtschaft“, Herr Burri, hat mir vor einiger Zeit mitgeteilt, dass seiner Propaganda für das elektrische Melken in der welschen Schweiz stellenweise mit der Behauptung entgegengetreten worden sei, man beginne im Norden auch wieder davon abzukommen. Ich habe mich bei vielen Herren in Schweden darüber erkundigt, auch beim holländischen Vertreter, es wollte aber niemand etwas von einer solchen rückläufigen Bewegung wissen. Die Sache sei im Gegenteil sehr verbreitet und in Entwicklung begriffen.

Man nimmt auch in Schweden als Minimum des Viehbestandes, bei dem sich das Maschinenmelken lohnen kann, einen Bestand von etwa zwölf Kühen an. — Für kleinere Betriebe sollen Melkmaschinen mit Handbetrieb in Verwendung sein.

2. *Von der elektrischen Küche.* In Malmö steht für die Haushaltungsküche nur ein Doppeltarif zur Verfügung:

mit 9 Oere/kWh N.T. und
mit 30 Oere/kWh H.T. und zwar 15 bis 23 h im Winter und
19 bis 23 h im Sommer.

In Göteborg besteht ein *Haushalts*tarif, nach welchem im Sommer ordentlich billig, im Winter wesentlich teurer (5 zu 9 Oere/kWh, neben einer Grundtaxe von 10 Kronen pro Zimmer) auch gekocht werden kann. In beiden Städten wird aber verhältnismässig wenig elektrisch gekocht.

In der mittelschwedischen Landschaft dagegen sei die elektrische Küche stärker verbreitet, doch sollen dabei meistens nur Kochplatten von 600 bis 1000 W und

auch diese mehr nur in den Sommermonaten gebraucht werden, was auch von den Elektrizitätswerksleitern zurzeit gar nicht anders gewünscht werde, da die Winterspitzen hauptsächlich mit Dampf erzeugt werden müssen. Viel Mühe um das elektrische Kochen gibt man sich in Stockholm. Das städtische Elektrizitätswerk Stockholm sucht seine Belastungsspitzen nieder zu halten, indem es tariflich bisher nur den Anschluss von Speicherherden ermöglicht (sehr hohe Grundtaxe, 160 Kr. pro fest abonniertes Jahres-kW, dazu niedrige Konsumtaxe, 4 Oere/kWh, innerhalb der fest abonnierten Leistungsquote, und hohe Konsumtaxe, 27 Oere kW = Lichtstrompreis, für den Ueberverbrauch oberhalb der abonnierten Leistungsquote, gemessen mit Ueberverbrauchszähler). Der meist placierte Speicherherd ist der Sevesherd (eine mit gewaltigen Mitteln vom E. W. Stockholm selbst während etwa sieben Jahren durchprobierte und ausgeklügelte Konstruktion, die an und für sich in der Tat einen guten Eindruck macht). Daneben einigermassen konkurrenzfähig scheint nur ein weiteres Fabrikat zu sein. Etwa drei andere noch bestehende seien eher bedeutungslos wegen mangelhafter Ausführung (speziell ungenügender Wärmeisolation). Ihr Verbrauch sei ungefähr doppelt so gross wie der direkt beheizter Herde. Die Anwendung solcher Ausführungen in der Schweiz erscheint deshalb zum vorneherein ausgeschlossen. Der Sevesherd dagegen verbraucht nur etwa 20 % mehr Energie (bei 4 bis 5 köpfigem Haushalt und regelmässigem Gebrauch) als ein direkt beheizter Herd. Aber trotz der guten Qualität und der starken Propaganda sind bis heute erst ca. 600 Stück placiert worden. Bei einer mehrjährigen Anstrengung und einer Bevölkerungszahl von über 400000 Köpfen in Stockholm ist das noch wenig. Der Grund liegt an zwei Orten. Einmal befriedigt trotz vielem Vorbereiten die Konstruktion immer noch nicht. Der einfache Speicherherd mit einem angebauten Wasserschiff hat nicht allgemein befriedigt. Die Leistungsfähigkeit und die verfügbaren Temperaturen sollen, wie es scheint, oft nicht genügend auf die Bedürfnisse gepasst haben. In diesem Sinne haben sich etliche Werksleiter skeptisch über den Speicherherd geäussert. Die Bestätigung dieser Tatsache ist auch darin zu erblicken, dass in diesen Tagen eine Neukonstruktion („Seves No. 3") auf den Markt kommt, auf welche neue Hoffnungen gesetzt werden. Sie enthält neben dem bisherigen, an sich gut durchgebildeten Speicherelement noch zwei direkt heizbare Kochplatten (wie hier üblich), aber nur mit Leistungen von 600 und 1000 W pro Platte, ferner ausser dem zum Speicherelement gehörigen und von diesem geheizten Wärmekasten noch einen, je nach Grösse mit 450 oder 600 W direkt beheizten Bratofen (kleine Leistungen, aber gute Wärmeisolation, aus tariflichen Gründen) und noch einen weitern Wärmekasten mit direkter Heizung von 100 W. Beim Konkurrenzfabrikat, das dem Seves No. 3 sehr stark gleicht, ist der Wärmeschrank des Speicherelementes ebenfalls mit einer direkten Zusatzheizung ausgerüstet, welche durch sinnreiche Anwendung des Birkareglersystems erlaubt, die automatische Einhaltung jeder praktisch nötigen Temperatur durch einfache Einstellungen eines Drehknopfes zu erzielen. Eine weitere Variante weist auch in der Speicherplatte noch ein elektrisches Zusatzelement von 300 W auf. Man sieht, dass mit diesen Neukonstruktionen gewisse Konzessionen an das System der direkten Beheizung gemacht werden mussten. Der Sevesvertreter war zwar der Ansicht, dass die direkt beheizten Platten nicht benützt würden (die Speicherplatte arbeitet nämlich bei guter Aufheizung des Speichers viel schneller, sogar schneller als unsere Hochwattplatte); gewisse Umstände (grössere Essen bei Einladungen, Kochen nach längerer Abwesenheit, mehr Gelegenheit zum längeren Fortkochen usw.) müssen sie aber offenbar doch nötig erscheinen lassen, sonst wären wohl nicht gleich zwei solche im „Seves 3" neu eingebaut worden. Von besonderem Interesse ist auch noch die Tatsache, dass im Gegensatz zu den bisherigen Sevesherden der Sevesherd No. 3 kein Heisswasserschiff mehr aufweist. Man habe heutzutage oft Zentralwarmwasserversorgungen für ganze Quartiere, ferner werde das tägliche Einfüllen als Belästigung empfunden und schliesslich müsse das heisse Wasser alle Tage zu seiner Zeit abgelassen werden. Das letztere wird wohl der Hauptgrund sein.

Die schlimmste Eigenschaft des Sevesherdes ist aber sein Preis. Der Sevesherd No. 3 kostet komplett, aber ohne Aufstellung und Leitungsinstallation, 740 Kr. = 1030 Fr. Der Konkurrenzherd mit automatischer Temperaturregulierung auf beliebige Einstellung kostet 950 Kr. = 1320 Fr.; er genüge allerdings für Haushaltungen bis zu 20 Personen. Das Speicherelement allein (einfachster Speicherherd-Typ) kostet 385 Kr. = 535 Fr. In diesen Preisen ist ein Wiederverkäufergewinn von 20 % eingeschlossen. Diese Preise bilden ohne Zweifel ein gewaltiges Hindernis für die Verbreitung solcher Herde. Sie sind auch die Ursache dafür, dass in der jüngsten Zeit, wie der Vertreter sich ausdrückte, die Propaganda „umgelegt" worden sei vom Mieter auf den Hausbesitzer, weil man eben bei den Mietern auch wegen des Wohnungswechselrisikos zu wenig ankam. Es ist hier zu bemerken, dass die Verwendung solcher Herde nicht nur eine Frage der Leitungs- und Zähler-Installation im Hause, sondern auch eine Platzfrage ist. Der Seves No. 3 hat nämlich ansehnliche Dimensionen, er ist 1305 mm breit, 646 mm tief und z. T. 866, z. T. 1110 mm hoch. Er wäre bei uns in sehr vielen Küchen nicht unterzubringen. Es muss allerdings gesagt werden, dass für kleinere Verhältnisse die Propaganda für den Seves No. 2 fortgesetzt werden soll. Des hohen Preises wegen wird auch versucht, die Aufstellung durch Abgabe in Miete oder auf Abzahlung zu erleichtern; ebenso werden, wie bei uns, kostenlose Probeinstallationen auf beschränkte Dauer (3 Monate), aber mit Verrechnung des Energieverbrauchs, gemacht. Trotz alledem ist man sich auch beim E. W. Stockholm bewusst geworden, dass man an vielen Orten niemals mit dem Sevesherd Eingang finden wird, nämlich überall dort, wo der hohe Herdpreis endgültig auf unüberwindlichen Widerstand stösst, oder wo die Benützung des Herdes zu unregelmässig ist, da in diesem Falle die Verluste zufolge der Aufrechterhaltung des aufgeheizten Zustandes verhältnismässig zu stark ins Gewicht fallen. Es wird deshalb zurzeit auch beim E. W. Stockholm ein neuer Tarif vorbereitet, um den Anschluss direkt beheizter Herde zu ermöglichen. Aber auch in Schweden sucht man immer noch, wie bei uns, nach dem einfachen Universal-Tarif für Küche und Haushalt. Hierüber verweise ich auf den nächsten Abschnitt. An dieser Stelle seien noch einige Einzelheiten des Seves No. 3 erwähnt. Die Oberfläche ist gegen übersiedende Speisen konstruktiv gut ausgebildet, ziemlich dicht und wird im Bedarfsfalle mit einer Drahtbürste gereinigt. – Die Regulierung des Wärmeübergangs von der Speicherkochplatte auf das Kochgeschirr, das wie bei uns zwecks guter Auflage dickbodiges Aluminiumgeschirr ist, geschieht dadurch, dass durch Drehen eines Knopfes in der Vorderwand des Herdes drei in der Kochplatte vertikal frei bewegliche Eisenstifte gehoben oder gesenkt werden können, wodurch beim Heben das Kochgeschirr von der Kochplatte um einige Zehntel bis einige Millimeter abgehoben und beim Senken das Geschirr wieder zu innigem Kontakt auf die Kochplatte abgesetzt wird. Diese Regulierung ist äusserst wirksam; intensivste Siedewallungen haben beim Heraufdrehen der Stiften sozusagen augenblicklich aufgehört, feine Einstellung erlaubt jeden Grad des Siedens aufrecht zu erhalten. – Die Heizung des Speicherblocks erfolgt mit 325 W, eine volle Aufheizung benötigt 18 Stunden. Die übrigen 6 Stunden werden am Zähler automatisch gesperrt. Hat der Bezüger eine Grundleistungsquote von 500 W, wie es etwa üblich sei, fest abonniert, so bleiben ihm also noch 175 W für andere Zwecke zum billigen Verkaufspreis frei. Solche andere Zwecke sind der Wärmeschrank am Herd, Heisswasser-Speicher, übrige Haushaltapparate. Die 325 W des Herdspeichers können aber ebenfalls auf andere Zwecke, direkt beheizte Kochplatte, Bratofen, Heisswasserapparate usw., umgeschaltet werden durch einen Umschalter. Dadurch soll ermöglicht werden, die Grundleistungsquote möglichst gut auszunützen und möglichst wenig Ueberverbrauch zu verursachen. Immerhin ist nicht verunmöglicht, die Speicherheizung wie die Kochplatten gleichzeitig nebeneinander in Betrieb zu halten.

3. *Von den Haushaltungstarifen.* Hier sei zunächst auf einige diesbezüglichen Bemerkungen sub 2 verwiesen. Das Fehlen von Hochdruck-Speicher-Wasserwerken und die daherige Notwendigkeit, die schwankende Wasserführung der Flüsse und

die winterlichen Konsumspitzen durch Dampfkraftwerke zu decken, machen es erklärlich, dass man stellenweise vielleicht fast zu ängstlich das weitere Anwachsen der Spitzen verhindern will. Von elektrischer Heizung im Winter muss möglichst abgesehen werden; aber auch die Küche sollte nicht spitzensteigernd wirken. Die Anschlussleistungen werden deshalb nieder gehalten, ein billiger Betrieb vielfach oft im Sommer ermöglicht, oder die Energie muss unter Verwendung von Speicherherden und Heisswasserspeichern möglichst konstant und 24-stündig abgenommen werden. Diesem Zweck dient der bereits erwähnte Grund- und Konsumtaxen-Tarif mit erhöhten Ueberverbrauchspreisen in Stockholm. Die bei uns ähnlichen Zwecken dienenden Doppel- und Dreifachtarife sind bei den schwedischen Fachleuten unbeliebt. Die Zähler- und Kontrolleinrichtungen, die für die schwedischen Tarife nötig sind, sind z. T. auch kompliziert und kommen daher nicht wesentlich billiger als unsere Zähler mit Uhren, aber man fürchtete in Schweden zu viele Störungen bei den Zählern mit Uhren. Bei den vorerwähnten neuen Tarifstudien des E. W. Stockholm scheint man sich, wie bei uns, von dem Gedanken leiten zu lassen, einfache und möglichst den ganzen Haushalt umfassende Tarife mit einfachen Zähl- und Kontrolleinrichtungen zu erhalten. Man denke deshalb an einen einfachen Grund- und Konsumtaxen-Tarif, wobei die Konsumtaxe ziemlich niedrig bemessen sein soll und die Grundtaxe vielleicht auf den m² Bodenfläche der Wohnung bezogen wird. Eine interessante Lösung stellt der Tarif der Stadt Västerås dar, nämlich: Wer sich nicht mit Speicherobjekten einrichten will, also hohe Leistungen beansprucht, der soll einen entsprechend höheren Preis zahlen: Direkt beheizte Herde, Bügeleisen, Staubsauger usw. und Licht werden zusammen tarifiert mit 50 Oere Grundpreis im Jahr pro m² Wohnungsfläche und 8 Oere/kWh Verbrauchspreis, gemessen mit gewöhnlichem Einfachtarifzähler. Wer aber Speicherobjekte (Heisswasserspeicher oder Speicherherde) anschafft, bezahlt:

1. wie oben 50 Oere pro m² Bodenfläche,
2. 100 Kr./kW- Jahr fest abonnierte Leistungsgrundquote,
3. 3 Oere/kWh innerhalb der fest abonnierten Leistungsgrundquote und
4. 8 Oere/kWh Ueberverbrauch.

In diesen Ansätzen soll der Anreiz zum Ausgleich der Belastung liegen, ohne dass für Spitzen chicanöse Preise entstehen; benötigt wird ein Ueberverbrauchszähler, aber keine Sperrschalter oder Uhren. Solche Tarife (Mehrgliedtarife) erscheinen aber nach schweizerischen Erfahrungen für die breite Masse des Publikums schwer verständlich und das durch dieselben bedingte Manövrieren mit den verschiedenen Leistungsquoten kaum beliebt. Schliesslich sei noch festgestellt, dass die Konkurrenz mit dem Gas sehr schwer und offenbar nur unter gehöriger Anrechnung der Annehmlichkeiten der elektrischen Küche überhaupt möglich ist. Der Gaspreis beträgt nämlich z. B. in Stockholm nur 10 Oere/m³. Kohle z. B. für Dampfkesselbetrieb (6500 bis 7000 Cal) kostet im Grossbezug franko Verbrauchsplatz in der Nähe der Häfen nur 12 Kr./t, und zwar 6 Kr. Zechenpreis + 6 Kr. Transportkosten. Es ist je nach Konkurrenzverhältnissen englische oder oberschlesische oder polnische Kohle. Da aber Schweden selbst keine Kohlengruben besitzt, trachte man trotz der billigen Kohle an offizieller Stelle mit dem Ausbau von Gaswerken zurückzuhalten zu Gunsten der Elektrizität.

4. Beim Elektrizitätswerk Stockholm wurde noch ein Kleinbackofen gezeigt, wie er verwendet werden soll für die zahlreichen dortigen Kleinbäckereien. Die Konstruktion stammt ebenfalls vom E. W. Stockholm. Auffallenderweise ist es ein Backofen ohne jede Akkumulierung. Er ist unterteilt in vier gleich grosse übereinanderliegende, breite, aber niedrige Backabteilungen, von denen jede je einen Oberhitze- und einen Unterhitze-Heizkörper von zusammen 1,5 kW Anschlusswert hat. Die Gesamtleistung des Ofens bei voller Einschaltung aller vier Abteilungen beträgt somit 6 kW. Der Energiepreis beträgt 8 Oere/kWh. Am Tage vor der Besichtigung war Brot (einpfündiges Laibbrot) gebacken worden unter folgenden

Umständen: Als verhältnismässige Zusammensetzung des Teiges wurde mir angegeben:

240 cm^3 Wasser,	Total verarbeitetes Teiggewicht 55,48 kg
316 g feines Roggenmehl,	Erzieltes Brotgewicht . . . 53,15 kg
129 g Weizenmehl,	
12 g Hefe,	Energie-Verbrauch: Anheizen 3,7 kWh
65 g Melasse (schwedisches Brot ist meistens gesüsst),	Backen 8,65 „
2½ g Salz,	Total 12,35 kWh
28 g Weissmehl zum ausarbeiten,	
792½ g	also pro 1 kg Brot 0,233 kWh [1]).

Umfangreiche schweizerische Untersuchungen an den bei uns üblichen Voll-Akkumulier-Backöfen haben bei guter Ausnützung der Oefen einen Verbrauch von 0,6 kWh im Mittel pro kg Brot ergeben [2]); man beachte aber die ungemein geringe Gewichtseinbusse vom Teig zum Brot bei obigem Beispiel.

5. *Von der Treibbeetheizung.* In der besichtigten Muster-Gärtnerei Ericksons (ca. 20 km von Stockholm) sind 1300 m^2 (Erweiterung auf 2000 m^2 im Gange) Beete elektrisch heizbar. Die Beete haben Holzbrettwandungen und gleiche Treibfenster (ca. 700 Stück) wie bei uns üblich. Die Bedienung erfolgt ab einer besonderen Hochspannungs-Transformatorenstation mit zwei Transformatoren à 100 kW, Drehstrom, 220/127 V (sekundärseitig). Mitten durch die Treibbeetanlage geht eine Art Sammelschiene, im Boden verlegt und mit Holzdeckeln zugedeckt. Davon gehen Abzweigungen zu den gusseisengekapselten Anschlusskasten der Treibbeete, die Sicherungen oder neuerdings Schalter enthalten. Auch diese Anschlusskasten sind in einem Holzkästchen im Boden eingelassen. Hier zweigen nun die Widerstands-Bleikabelchen ab, die in etwa zehn Strängen, jeder durch zweiteilige Tonröhrchen geführt, das Beet ca. 30 cm unter der Oberfläche durchziehen und in zwei Strängen seitwärts an den Wandungen auch die Lufterwärmung besorgen. Unter den Bodenheizkabeln ist eine Kohlenstaubschüttung als Wärmeisolation nach unten. Die Heizung ergibt auf den m^2 Bodenfläche 150 W und für die dortige Gegend einen Verbrauch von 150 kWh/m^2 und Jahr. Die Hauptbetriebszeit ist nachts zwischen 17 h und 7 h. Für diese Betriebsstunden beträgt der Strompreis in den Monaten:

Mai bis August	1,5 Oere/kWh,
März bis April und September bis Oktober .	2 Oere/kWh,
November bis Februar	4 Oere/kWh.

In der übrigen Tageszeit ist der Strom nicht gesperrt, der Preis aber dreimal höher. Der Gärtner erklärt, dass er vermöge dieser Heizung auf der gleichen Grundfläche drei Ernten im Jahre statt nur zwei erziele, nämlich: 1. Frühsalat, 2. Melonen, 3. Spätsalat. Ausserdem sei die Melonenernte ergiebiger, nämlich pro Bodeneinheit habe er eine sichere Melonenernte im Werte von 10 Kr., statt einer unsicheren Ernte im Werte von nur 8 Kr. ohne Heizung. Wesentlich sei auch, dass der Boden nur alle drei Jahre erneuert werden müsse anstelle der grossen jährlichen Erneuerungsarbeit bei den Mistbeeten. Der ausgewechselte Grund werde an Haufen gelegt, um in einigen Jahren wieder verwendet zu werden. Die ganze Anlage, samt Transformator, Holz und Fenstern habe 25000 Kr. gekostet. Bekanntlich hat man bei uns Bedenken gegen die Verwendung solcher Bodenheizkabel mit unsern gebräuchlichen Niederspannungen. Der Augenschein in Schweden hat den Eindruck hinterlassen, dass trotz der Verwendung konstruktiv wirklich sorgfältig bearbeiteter Armaturen die Verwendung von Spannungen bis 380 V, wegen der der Beschädigung und unter Umständen zufälligen Berührung ausgesetzten Zu- und Ableitungen von diesen Armaturen, nicht ganz unbedenklich erscheint. In dieser Beziehung ist eine weitere Abklärung zu erstreben.

[1]) Daher und weil der Ofen verhältnismässig billig ist, ist ein hoher kWh-Preis möglich.
[2]) Vergl. auch Bulletin S. E. V. 1927, No. 11, S. 701 u. ff.

6. *Betreffend «Elektrowirtschaft».* Schweden besitzt eine ähnliche Institution, wie eine Anzahl Schweizerwerke sie unter dem Namen „Elektrowirtschaft“ betreiben. Es ist ein „Verein für rationelle Ausnützung der Elektrizität“, der u. a. ähnlich wie unsere „Elektrowirtschaft“ eine sehr gut ausgestattete Monatsschrift unter der Bezeichnung „ERA“ (*El.*, *rat.*, *Anwend.*) herausgibt. Der Verein heisst abgekürzt „FERA“; er besteht zur einen Hälfte aus der schwedischen Elektrizitätswerks-Vereinigung, zur andern Hälfte aus den vier grossen iudustriellen Vereinigungen: Elektroindustrie, Elektrogrosshandel, Installationswesen und Glühlampenindustrie.

Die vorstehenden Angaben sind die möglichst getreue Wiedergabe von Auskünften einer grossen Zahl von schwedischen Fachleuten des Elektrizitätsgebietes, denen wir dafür ausserordentlich dankbar sein dürfen.

Auch die glänzende Führung und Bewirtung, die uns in Schweden zuteil geworden ist, verdient unsern allerverbindlichsten Dank und Revanche in nach unseren Begriffen reichstem Ausmass, sofern sich etwa dazu Gelegenheit bieten wird.

Die Weitergabe dieses Berichtes an unsere schweizerischen Kollegen kann nur einen Teil des technischen Nutzens der Reise vermitteln; sie geschieht aber trotzdem mit der Bitte, sich bei Anlass schwedischer Gegenbesuche erkenntlich zu zeigen.

Die Berücksichtigung des Belastungsausgleichs in der Preisbildung für die elektrische Arbeit.

Von Prof. Dr. *W. Kummer*, Ingenieur, Zürich.

621.371

Im Anschluss an seine im Bulletin 1926, No. 7 bekannt gegebene Methode der Vorausberechnung des Belastungsausgleichs bei der Abgabe elektrischer Arbeit zeigt der Verfasser die Anwendung der damals ermittelten Ergebnisse; es können für Tarife, die ohne Rücksichtnahme auf den Belastungsausgleich aufgestellt wurden, gewisse Ermässigungen zugestanden werden.

L'auteur présente ici l'application des résultats de sa méthode, publiée dans le Bulletin 1926, No. 7, pour déterminer d'avance la compensation des charges, lors de la vente d'énergie électrique; il en résulte qu'on peut accorder certains rabais sur des tarifs établis sans tenir compte de cette compensation.

In einer früheren Arbeit [1]) haben wir gezeigt, dass der Belastungsausgleich bei Elektrizitätswerken mittels des Schwankungsverhältnisses der Leistung, das sich seinerseits mittels der Wahrscheinlichkeitsrechnung vorausbestimmen lässt, als allgemein gültiger Zusammenhang der Benützungsdauer bei den einzelnen Energiebezügern mit der resultierenden Benützungsdauer im Werk dargestellt werden kann; für gleichartige Energiebezüger wurde dieser Zusammenhang durch Kurvenbilder sowohl für die höchstmögliche Betriebszeit $H = 8760$ h/Jahr, als auch für die reduzierte, mögliche Betriebszeit $H = 2190$ h/Jahr bekanntgegeben. In der vorliegenden Arbeit soll nun gezeigt werden, in welchem Masse jene Ergebnisse sich bei der Preis- und Tarifbildung der elektrischen Energie geltend machen dürften.

Wie im früheren Aufsatze bezeichnen wir, für die vom Elektrizitätswerk abgegebene elektrische Arbeit, mit W_{max} das zugehörige Effektmaximum, mit W_a die Anschlussleistung eines jeden von Z *gleichartigen* [2]) Abnehmern, mit T_w die zu W_{max} gehörende Benützungsdauer im Werk und mit T_a die Benützungsdauer bei jedem der Abnehmer. Da die Verluste der Uebertragung eine besondere Gruppe von Abnehmern bilden sollen, deren Kosten zu den allgemeinen Kosten gehören, so gilt für die verwertbare Arbeit A:

$$A = T_w \, W_{max} = Z \, T_a \, W_a .$$

---

[1]) Siehe Bulletin S.E.V. 1926, Seite 289 und 451.

[2]) Das Kriterium der „Gleichartigkeit“ von Abnehmern ist wieder in deren ungefähr je übereinstimmenden Grössen H, W_a und T_a verstanden.

Wenn nun in der möglichen Betriebszeit (im Maximum 8760 h/Jahr) jedem Abnehmer eine Energiemenge $\frac{A}{Z}$ geliefert wird, so soll dafür ein Preis P gefordert werden, dessen Bildung gemäss der Beziehung:

$$P = C_1 \frac{W_{max}}{Z} + C_2 \frac{A}{Z}$$

gerechtfertigt sein möge; d. h. nach Massgabe der Konstanten C_1 sei der Preis einerseits bedingt durch das Effektivmaximum im Werk, während er anderseits nach Massgabe der Konstanten C_2 auch von der gelieferten Arbeitsmenge abhängig ist. Unter gewissen Umständen sind C_1 und C_2 keine Konstanten, sondern effektabhängig, wobei die Schreibweise:

$$C_1 = a_1 + \frac{b_1}{c_1 + W_{max}}$$

$$C_2 = a_2 + \frac{b_2}{c_2 + W_{max}}$$

mit a_1, b_1, c_1, sowie mit a_2, b_2, c_2 als neuen, eigentlichen Konstanten am Platze ist. Dies ist insbesondere bei kleineren Wärmekraftanlagen zu berücksichtigen[3].

Weiter mag noch bemerkt werden, dass bei Wasserkraftanlagen in der Regel die Konstante C_2 gleich null gesetzt werden kann, der Preis P also durch das erste Glied der angeschriebenen Gleichung hinlänglich genau bestimmt erscheint. Im Interesse der Allgemeingültigkeit benutzen wir jedoch im Folgenden die vollständige Preisgleichung, die wir mit den aus der Arbeitsgleichung entnehmbaren Substitutionen in der Form schreiben:

$$P = C_1 \frac{Z\, T_a\, W_a}{Z\, T_w} + C_2 \frac{Z\, T_a\, W_a}{Z}$$

$$P = \left[C_1 \left(\frac{T_a}{T_w} \right) + C_2\, T_a \right] W_a \qquad (1)$$

In dieser Form haben wir bereits den für unsere Untersuchung passenden Ansatz gefunden. Wenn man, wie dies bis heute etwa üblich ist, den Belastungsausgleich ausser Betracht lässt, dann gilt sowohl: $Z = 1$, als auch:

$$\frac{T_a}{T_w} = 1.$$

Die Berücksichtigung des Belastungsausgleichs ergibt aber bei genügend grossen Werten Z eine Abhängigkeit der Grösse T_w nicht nur von T_a, sondern auch von der Abnehmerzahl Z und von der möglichen Betriebszeit H, wobei stets:

$$\frac{T_a}{T_w} < 1$$

ist, sodass auch eine Preisreduktion gerechtfertigt erscheint. Die Grösse dieser Preisreduktion richtet sich nach der Funktion:

$$\frac{T_a}{T_w} = f\,(T_a, Z, H) \qquad (2)$$

bzw. nach Kurvenbildern, wie solche in unserem früheren Aufsatz zu finden sind[4]. Aus den damals für $H = 8760$ h/Jahr und für $H = 2190$ h/Jahr aufgestellten Kurvenbildern stellen wir nun, je für die charakteristischen Abnehmerzahlen:

[3]) Man vergleiche z. B. die Darstellung von J. Ganguillet, Bulletin S.E.V. 1925, Seite 65.
[4]) Siehe Bulletin S.E.V. 1926, Seite 293.

$$Z = 1, = 25, = 100, = \infty,$$

die Werte der Grösse $\frac{T_a}{T_w}$ über T_a dar, wobei wir für die Abszissen T_a einen Absolutmasstab mit der Einheit: 8760 h/Jahr = 1,0 benutzen. Die hier beigefügten Fig. 1 und 2 erfüllen dieses Programm, und zwar Fig. 1 für $H = 1{,}0$, Fig. 2 für $H = \frac{1}{4}$; dies ist je der Absolutmasstab auch für H. Bei $Z = \infty$ ist T_w unverändert gleich H, wobei der vollständige Ausgleich erfolgt; dem gegenüber stellt $T_w = T_a$ den andern Grenzfall, denjenigen des fehlenden Ausgleichs bei $Z = 1$ dar. Jede Ausgleichslinie der Fig. 1 und 2, für die also $Z > 1$ ist, geht für einen charakteristischen Wert von T_a über in die Gerade für $Z = 1$ bei fehlendem Ausgleich.

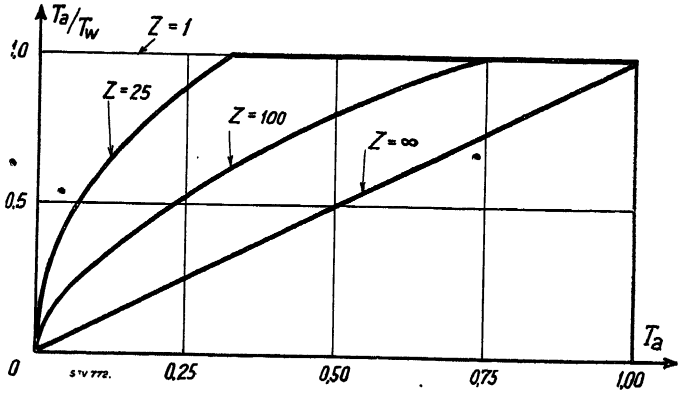


Fig. 1.
Das Verhältnis der Benützungsdauern bei $H = 1$.

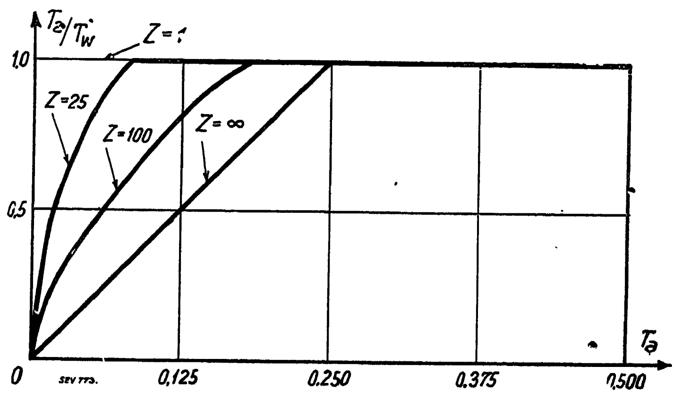


Fig. 2.
Das Verhältnis der Benützungsdauern bei $H = 1/4$.

Nun können wir die erhaltenen Resultate auch noch unmittelbar für die Tarifbildung benutzen.

Aus der Preisgleichung (1) erhalten wir, bei deren Division durch $W_a\,T_a$, d. h. durch die Arbeit pro Abnehmer, den Einheitspreis p_Y des sog. *Gebührentarifs* in der Formulierung:

$$p_Y = \frac{C_1}{T_a}\left(\frac{T_a}{T_w}\right) + C_2.$$

Am Beispiel des Wasserkraftbetriebes und für Detail-Energieabgabe in einem Niederspannungsnetze sei, in Rappen pro kWh, für $Z = 1$, d. h. ohne Berücksichtigung eines Ausgleichs:

$$p_Y = \frac{10}{T_a},$$

wobei für T_a wieder der Absolutmasstab mit 8760 h/Jahr = 1,0 gewählt sei[5]). Dann bildet diese Einheitspreis-Gleichung in den Fig. 3 und 4 je die zu äusserst rechts gelegene Grenzhyperbel; anschliessend finden sich für $Z > 1$ mit

$$p_Y = \frac{10}{T_a}\left(\frac{T_a}{T_w}\right)$$

die reduzierten Einheitspreis-Kurven, die mittels der aus den Fig. 1 und 2 folgenden Werte von $\frac{T_a}{T_w}$ bestimmt werden konnten. Es ist Fig. 3 wieder für $H = 1{,}0$

[5]) Der benutzte Wert $C_1 = 10$ mag hoch erscheinen; durch Division mit einem, zwischen 1 und 2 liegenden, Korrekturwert kann er auf tatsächliche Ansätze schweizerischer Werke umgerechnet werden.

entworfen, während Fig. 4 für $H = \frac{1}{4}$ gilt.

Indem wir die Preisgleichung (1) durch W_a, d. h. durch die Leistung pro Abnehmer, dividieren, erhalten wir den Einheitspreis p_π als Grundlage des sog. *Pauschaltarifs* in der Formulierung:

$$p_\pi = C_1 \left(\frac{T_a}{T_w}\right) + C_2 \, T_a .$$

Beim Ansatz $C_2 = 0$, sowie für $\frac{T_a}{T_w} = 1$, d. h. weiter noch bei fehlendem Ausgleich ist der eigentliche Pauschalpreis verwirklicht, z. B. $d_\pi = 200$ Fr./kW. Versucht man, an einem derartigen Einheitspreis den Belastungsausgleich zu verwirklichen, was ohne weiteres durch Multiplikation mit den aus den Fig. 1 und 2 folgenden Verhältniswerten $\left(\frac{T_a}{T_w}\right)$ geschehen könnte, so bemerkt man sofort das offenbar unzulässige Ergebnis, dass sich für kleinste Benutzungsdauern der Einheitspreis dann dem Werte null nähert. Nun kennt aber der eigentliche Pauschalpreis grundsätzlich überhaupt keine Benutzungsdauer, womit die versuchte Anwendung des Belastungsausgleichs von vornherein illusorisch wird. Es besteht zudem die Zulässigkeit der Bildung eines Einheitspreises nach Art von p_π eigentlich nur für die Voraussetzung grösserer Belastungsdauern, womit ja die Bedeutung des Belastungsausgleichs ohne weiteres verschwindet. Pauschalpreise setzen weiterhin auch noch voraus, dass man die hier besonders störende Unkonstanz von C_1 durch den Ansatz:

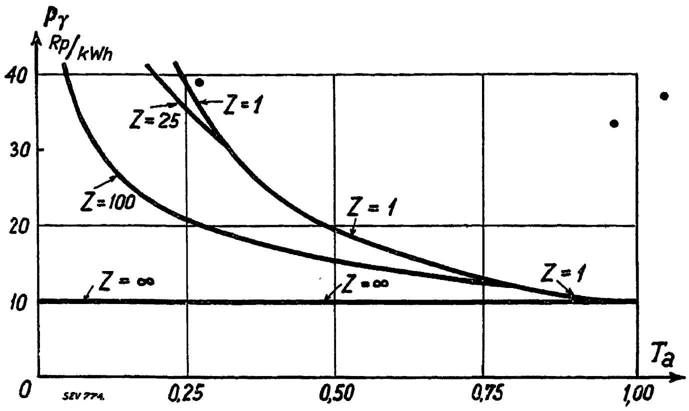


Fig. 3.
Der Einheitspreis p_γ bei $H = 1$.

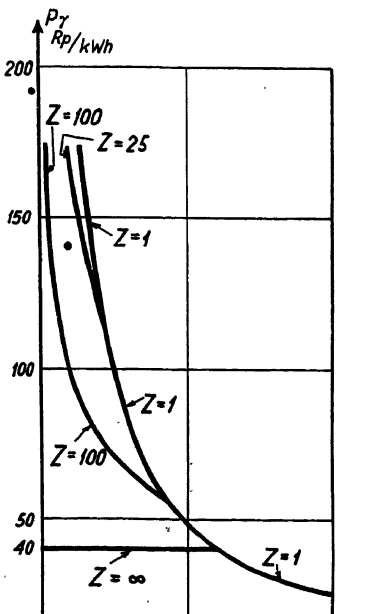


Fig. 4.
Der Einheitspreis p_γ bei $H = 1/4$.

$$C_1 = a_1 + \frac{b_1}{c_1 + W_{max}}$$

berichtigt; kommt dazu noch die Nichtberücksichtigung des Belastungsausgleichs, d. h. der Ansatz $T_a = T_w$, so sind unter diesen Annahmen die Pauschalpreise in gewissen Einzelfällen berechtigt.

Wir erkennen also, dass wir, um den Belastungsausgleich unmittelbar in der Tarifbildung verwenden zu können, wobei es zunächst stets nur innerhalb von Gruppen gleichartiger Energieabnehmer möglich ist – dabei nicht etwa solcher, bei denen die Benutzungszeit stets genau in dieselbe Phasenlage fällt, wie bei der Geschäftsbeleuchtung – für den Einheitspreis die Beziehung:

$$p_{\gamma} = \frac{C_1}{T_a}\left(\frac{T_a}{T_w}\right) + C_2$$

als massgebende betrachten, d. h. also vom Gebührentarif ausgehen müssen. Dieser Gebührentarif wird für $Z = \infty$ ohne weiteres zum reinen Zählertarif, gekennzeichnet durch die Konstanz des Ansatzes für p_{γ}. Für endliche Abnehmerzahlen kann man den Kurven unserer Fig. 3 und 4 z. B. durch den Gebrauch des Zählertarifs mit Rabattabstufungen nahe kommen.

Neben die geschilderte Bedeutung des Belastungsausgleichs für die unmittelbare Anwendung in der Tarifbildung tritt nun noch seine mittelbare Bedeutung im Dienste der Selbstkosten-Ermittlung beim Elektrizitätswerke; dabei spielt dann die Berücksichtigung der nicht gleichartigen Abnehmer eine wichtige Rolle, über die wir uns bereits in unserer früheren Arbeit geäussert und die grundlegenden Operationen erörtert haben.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Die Wärmeverluste der elektrischen Heisswasserspeicher. 643.36

Unter diesem Titel veröffentlicht *Rud. Brey*, Sörnewitz, in der E. T. Z., 1928, Heft 50, durch praktische Messergebnisse nachgeprüfte theoretische Untersuchungen über die Wärmeverluste von Heisswasserspeichern, die nach ihren Quellen aufgeteilt werden. Obwohl sich diese Untersuchungen auf ein bestimmtes deutsches Fabrikat von Wandapparaten (Ueberlaufspeicher von 15—150 Liter Inhalt) beschränken, dürfen die Ergebnisse allgemeineres Interesse beanspruchen, da die Konstruktion derartiger Apparate bereits so weit gediehen ist, dass die Wärmeverluste für einen Speicher bestimmten Inhalts verschiedenen Fabrikats kaum wesentlich voneinander abweichen dürften. Einige Stichproben an Speichern schweizerischer Provenienz, die durch die Materialprüfanstalt des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins untersucht wurden, bestätigten uns das.

Die nachstehenden Berechnungen untersuchen den Anheizvorgang der Heisswasserspeicher. Sie basieren auf folgenden Annahmen:

Temperatur des zufliessenden Wassers	10° C
Temperatur des heissen Wassers	85° C
Temperatur der Umgebung	20° C
Aufheizzeit	7,2 h

Die *Tropfwasserverluste* v_t in l beim Anheizen von Speichern mit Kupfergefässen können durch die Beziehung

$$v_t = 0{,}0286\ V$$

dargestellt werden, wobei V den Speicherinhalt, in l, bedeutet. Diese haben folgenden Energieverlust in Wh zur Folge.

$$q_t = 1{,}555\ V$$

Der Autor bezeichnet als *kapazitive Verluste* während der Anzeihperiode diejenigen, die zur Anwärmung der Speicherwandungen und ihrer Isolation notwendig sind. Diese Energiemenge ist aber, wie auch der Autor mit Recht erwähnt, nicht oder wenigstens nicht vollständig verloren, indem ein Teil derselben zur Erwärmung des zufliessenden kalten Wassers dient. Die derart umschriebenen kapazitiven «Verluste» q_c in Wh lassen sich wie folgt darstellen:

$$q_c = 3{,}75\ \sqrt{1600 + V^2}$$

Sie sind graphisch in Fig. 1 dargestellt.

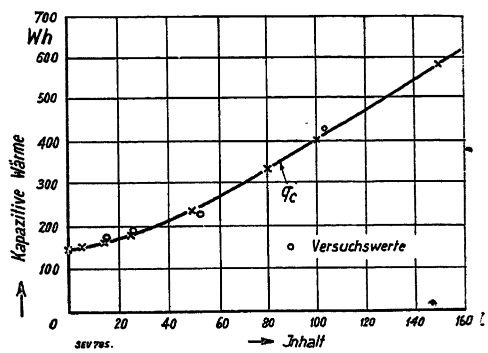


Fig. 1.
Kapazitive Verluste.

Die *wärmeabgebende Oberfläche* F in m^2 der Speicher kann durch folgende Gleichung dargestellt werden:

$$F = 0{,}16\ V^{0{,}56}$$

Als *Dauerverlust* P_v in W wird die Wärmeabgabe im aufgeladenen Zustande verstanden. Er beträgt:

$$P_v = 5{,}5\ V^{0{,}56} + 13$$

und ist in Fig. 2 graphisch dargestellt, wie auch die Dauerverluste p_v pro 1 Nutzinhalt.

Die *Nutzenergie* q_n in Wh lässt sich schreiben:

$$q_n = 85\ V$$

Als *zweckmässigste Leistung* P in W bezeichnet der Autor diejenige, die nötig ist, um das Speicherwasser in 7,2 Stunden von 10 auf

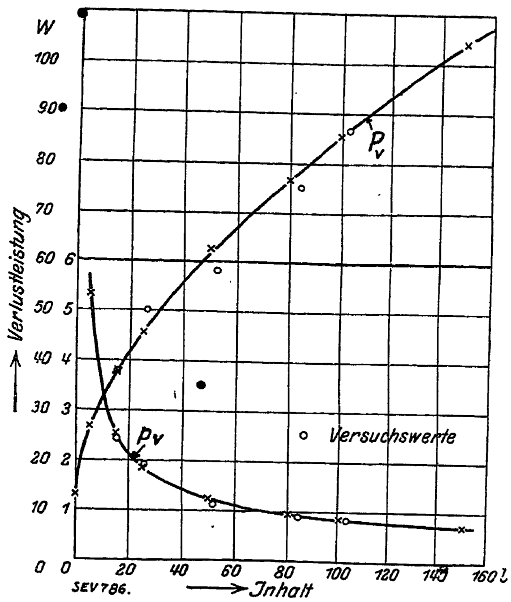


Fig. 2.
Dauerverluste P_v.
Dauerverluste pro 1 Inhalt p_v.

85° C bei 20° Umgebungstemperatur zu erhitzen. Diese lässt sich angenähert wie folgt schreiben:

$$P = 12{,}75\ V + 25$$

Die *Wärmeabgabe* q_0 *an den umgebenden Raum* in Wh kann nun leicht aus der eingeführten Energiemenge $q = 7{,}2\ P$ abzüglich der Nutzwärme q_n, der Kapazitätswärme q_c und der Tropfwasserverluste q_t berechnet werden.

$$q_0 = q - q_n - q_c - q_t$$

Fig. 3 zeigt graphisch, wie sich diese Verluste bei der betrachteten Apparatenserie aufteilen.

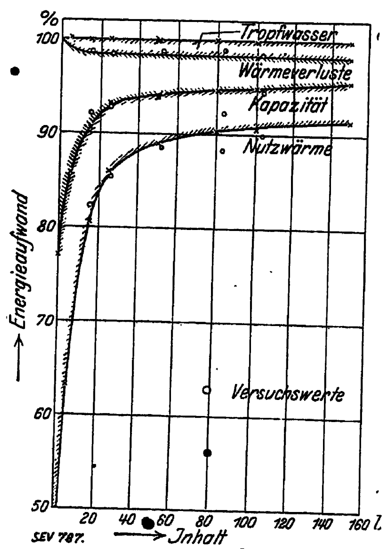
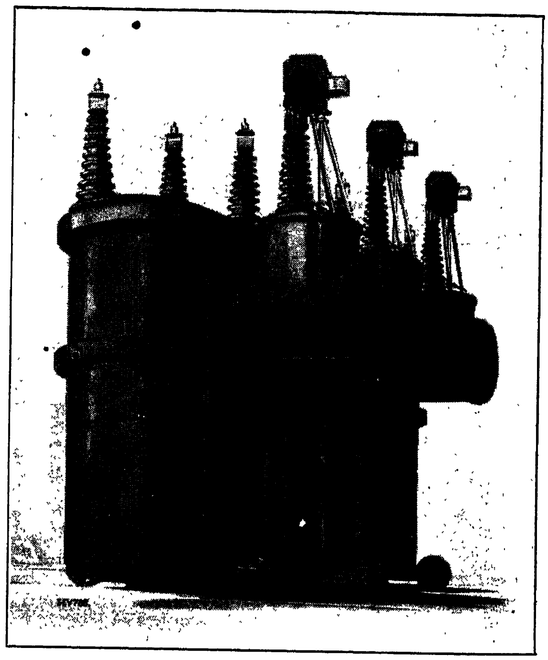


Fig. 3.
Anheizverluste.

Grosstransformatoren. 621.314

Seit mehr als 25 Jahren führt die A.-G. Brown Boveri & Cie., Baden, Transformatoren aus, deren Zugstangen durch Schlitze in den Säulen und Jochen durchgeführt oder ausserhalb der Säulen und Joche, aber innerhalb der Wicklungen, angebracht sind. Diese Anordnungen werden bei sehr grossen Eisenquerschnitten angewendet, da hierdurch eine günstige Pressung erzielt wird. Bei kleineren Eisenquerschnitten kann unter Verwendung der auch bei den grossen Querschnitten vorgesehenen Wicklungspressvorrichtung darauf verzichtet, d. h. es können die Zugstangen vor die Mitte der beiden Fenster angeordnet werden.



Oft wird die fünfsäulige Ausführung als neu bezeichnet. B. B. C. baut seit 1913 die dreiphasigen Spannungstransformatoren fünfsäulig, und schon im Jahre 1921 wurden in Amerika Veröffentlichungen über fünfsäulige Grosstransformatoren herausgegeben. Die Verkleinerung der Bauhöhe bei Grosstransformatoren, welche durch genannte Anordnung erreicht wird, hat zwar einen starken Einfluss auf den betriebsbereiten Versand, nicht aber auf die Erstellungskosten der Gebäude. Da viele grosse Kraftwerke der Schweiz nicht an einer Bahnlinie liegen oder keinen Geleiseanschluss haben und infolgedessen die Transformatoren erst an Ort und Stelle montiert werden können, wurde von obiger Firma von einer allgemeinen fünfsäuligen Ausführung Abstand genommen, da diese eine nennenswerte Gewichtsvergrösserung bedingt, was naturgemäss eine wesentliche Verteuerung zur Folge hat. Zudem werden die Leerlaufverluste beträchtlich grösser. Dreisäulige Transformatoren können bis ca. 20 000 kVA, 150 kV, bzw. ca. 32 000 kVA, 110 kV,

bzw. ca. 40 000 kVA, 64 kV, mit Spezialtiefgangwagen betriebsbereit versandt werden.

Nachdem B. B. C. seit vielen Jahren Transformatoren mit zusammengebauten und unter Last umschaltbaren Stufenschaltern fabriziert, wurde diese Ausführung auf Grund der gesammelten Erfahrungen wesentlich verbessert und auf Grosstransformatoren ausgedehnt.

Die Figur zeigt einen solchen Transformator mit einer Leistung von primär 20 000 kVA, 100 kV, sekundär 20 000 kVA, 100 kV ±15 kV, tertiär 6700 kVA, 4 kV, sekundär im Betrieb um ± 15 kV in 6 Stufen von ca. 2,5 kV regulierbar.

Gg. Eichner.

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft in den U. S. A. 621.311(7)

(Siehe Angaben im Bulletin 1928, No. 5, S. 181.)

Wie letztes Jahr schon, widmet «Electrical World» ihre erste Nummer von Januar 1929 einer Uebersicht über das Jahr 1928. Es fussen nicht alle Zahlen auf einer genauen Statistik, sie basieren zum Teil auf den Ergebnissen der ersten zehn Monate und werden dann später richtiggestellt; der allgemeine Eindruck ändert dadurch nicht und er zeigt uns wieder ein bedeutendes, ca. 10prozentiges jährliches Anwachsen der durch die Elektrizitätswerke erzeugten Energiemenge.

Dieselbe betrug 83 000 Millionen kWh, wovon 41 % durch Wasserkraft erzeugt wurden.

Zur Erzeugung der 49 000 Mill. auf thermischem Wege erzeugten kWh wurden 34 Mill. t Kohle, 10 Mill. hl Oel und 2100 Mill. m^3 Erdgas verbrannt.

Die Bruttoeinnahmen betrugen beim Verkauf an:

	Mill. $
Lichtabonnenten	1076
Kraftabonnenten	647
Transportanstalten	62
Wiederverkäufer	124
Total	1909

Der Verlust in den Leitungen und Transformatoren wird auf 15 Mill. kWh geschätzt, der mittlere Ertrag pro erzeugte kWh war also

$$\frac{1909 \cdot 10^8}{(83-15) \cdot 10^9}$$

= 2,8 cents = *14,5 Rp.*, während der mittlere Verkaufspreis der beim Abonnenten gemessenen Energie in der Schweiz zwischen 8 und 9 Rp. betragen dürfte.

Die Zahl der Abonnenten wird geschätzt auf 23,4 Mill. Das gesamte in den Erzeuger- und Verteilanlagen investierte Kapital stellt sich auf 10 300 Mill. $ und das im kommenden Jahr neu zu investierende Kapital auf 855 Mill. Die gesamte installierte Leistung betrug Ende 1928 31,8 kVA, wovon etwa 30 % in hydraulischen Anlagen.

Man nimmt an, dass in Zukunft die Leistung thermischer Anlagen prozentual mehr zunehmen wird, als die der hydraulischen.

In Anbetracht, dass heute in den U. S. A. noch nicht viel mehr als zwei Drittel der Bevölkerung an ein Energieverteilnetz angeschlossen ist, beträgt heute pro in der Lieferzone lebenden Einwohner die pro Jahr von den Elektrizitätswerken erzeugte Energiemenge ca. 1000 kWh, d. h. bedeutend mehr als bei uns. Wenn man speziell die von den *Haushaltungen* verbrauchte Energie ins Auge fasst, so konstatiert man im Gegenteil, dass bei uns in der Schweiz pro Kopf und Jahr im Mittel wesentlich mehr (mehr als doppelt so viel) elektrische Energie verbraucht wird. Dies kommt ohne Zweifel daher, dass die elektrische Küche in der Schweiz eine verhältnismässig grössere Verbreitung gefunden hat und dass ganz besonders der Verbrauch an Nachtenergie zur Heisswasserbereitung sehr allgemein geworden ist.

Das gesamte in der Elektroindustrie investierte Kapital betrug 23 100 Mill. $ und verteilt sich wie folgt:

	Invest. Kapital in Mill. $	Brutto-Einnahmen pro 1928 in Mill. $
Elektrizitätswerke	10300	1909
Elektrische Eisen- und Strassenbahnen	5700	1000
Telephon	4400	1250
Konstruktionsfirmen	2700	2450

Es seien noch einige Zahlen aus der *Telephonstatistik* mitgeteilt:

Die Telephone der ganzen Welt sind wie folgt verteilt:

Vereinigte Staaten	60 %
Europa	28 %
Uebrige Länder	12 %

In den Vereinigten Staaten entfallen auf 100 Einwohner etwa 16 Telephonapparate, in Europa etwa 1,5.

Von den etwa 19 Mill. Telephonapparaten der Vereinigten Staaten ist rund ein Fünftel mit einer Wählerscheibe versehen, also automatisch. Durchschnittlich werden pro Tag etwa 76 Mill. Telephongespräche geführt, also 4 Gespräche pro Tag und Apparat.

Energieverbrauch von grösseren Städten. 621.311(001)

Aus der deutschen Statistik über das Jahr 1927 lassen sich für einige Städte folgende Zahlen hinsichtlich des Energieverbrauches pro Kopf der Bevölkerung herausziehen:

	Jahresverbrauch 1927 kWh pro Einwohner
Nürnberg	88
Breslau	112
Leipzig	130

	Jahresverbrauch 1927 kWh pro Einwohner
Hannover	146
Frankfurt a. M.	181
Dresden	182
Magdeburg	187
Düsseldorf	197
München	215
Berlin	228
Köln	252
Hamburg	256
Bremen	261
Stuttgart	353

Wir geben zum Vergleich einige Zahlen über den Energieverbrauch in schweizerischen Städten:

	Jahresverbrauch 1928 kWh pro Einwohner
St. Gallen	278
Lausanne	284
Chur	285
Luzern	360
Genf	376
Bern	405
Zürich	587
Neuenburg	626
Basel	638
Aarau	1000
Schaffhausen	
ohne Fischer A.-G.	830
mit Fischer A.-G.	1797

Zu allen diesen Zahlen möchten wir bemerken, dass sie an sich nicht so viel bedeuten, als manchmal angenommen wird. Es braucht nur in einer Stadt ein Industrieller zu sein, der als bedeutender Konsument auftritt, um die Zahl zu verdoppeln. Das Beispiel von Schaffhausen ist in dieser Hinsicht instruktiv.

Geschäftsbericht der Nordostschweizerischen Kraftwerke für die Zeit vom 1. Oktober 1927 bis 30. September 1928.

Es wurden im verflossenen Geschäftsjahre erzeugt:

	Mill. kWh
im Kraftwerk Löntsch	82,1
im Kraftwerk Beznau	126,6
im Kraftwerk Eglisau	230,3
von Dritten (in der Hauptsache Wäggital A.-G. und Bündner Kraftwerke A.-G.)	148,2
Total	587.2
Zur Belieferung der Pumpanlage Wäggital wurden gebraucht	27,4
Im Inland fanden Absatz	448,0
im Ausland fanden Verwendung	111,4

Die Höchstbelastung betrug 130 000 kW, gegenüber 119 000 kW im Vorjahre.

	Fr.
Die erzielte Stromeinnahme betrug	17 702 837
Der Ertrag der Beteiligungen und diverse Einnahmen beliefen sich auf	2 212 241

In den *Ausgaben* figurieren:

Energieankauf von Dritten	4 847 896
Obligationenzinsen	2 593 252

(Fortsetzung siehe nächste Seite)

Unverbindliche mittlere Marktpreise je am 15. eines Monats.

Prix moyens (sans garantie) le 15 du mois.

		Feb. *Fév.*	Vormonat Mois précédent	Vorjahr Année précédente
Kupfer (Wire bars) *Cuivre (Wire bars)*	Lst./1016 kg	84/10	78/10	66/10
Banka-Zinn . . . *Etain (Banka)* . .	Lst./1016 kg	230/10	228/10	233/10
Zink . . . . . . *Zinc*	Lst./1016 kg	26/2 6	26 6/3	25/14
Blei . . . . *Plomb*	Lst./1016 kg	23/6/3	22/1. 3	20,'4
Formeisen . . . *Fers profilés* . . .	Schw. Fr./t	128.—	126.—	128.—
Stabeisen . . . . *Fers barres* . . .	Schw. Fr./t	159.—	158.—	135.—
Ruhrnuss-kohlen *Charbon de la Ruhr* } II 30/50	Schw. Fr./t	46.50	46.50	42.50
Saarnuss-kohlen *Charbon de la Saar* } I 35/50	Schw. Fr./t	43.—	43.—	42.—
Belg. Anthrazit . . *Anthracite belge* .	Schw. Fr./t	70.—	70.—	70.—
Unionbrikets . . . *Briquettes (Union)* .	Schw. Fr./t	38.—	38.—	38.—
Dieselmotorenöl (bei Bezug in Zisternen) . . . . *Huile pour moteurs Diesel (en wagon-citerne)*	Schw. Fr./t	105. —	108. —	121.—
Benzin *Benzine* } (0,720) .	Schw. Fr./t	265.—	280.—	240. —
Rohgummi . . . . *Caoutchouc brut* .	sh/lb	10 1/2	0/8 7/8	1/5 7/8
Indexziffer des Eidgenössischen Arbeitsamtes (pro 1914=100) . . . *Nombre index de l'office fédéral (pour 1914=100)*		161	161	162

Bei den Angaben in engl. Währung verstehen sich die Preise f. o. b. London, bei denjenigen in Schweizerwährung franko Schweizergrenze (unverzollt).

Les prix exprimés en valeurs anglaises s'entendent f. o. b. Londres, ceux exprimés en francs suisses, franco frontière (sans frais de douane).

	Fr.
Andere Passivzinsen	770 600
Unterhalt und Betrieb	1 559 698
Generalunkosten	780 259
Steuern, Abgaben, Wasserzinse	1 339 565
Abschreibungen aller Art und Einlagen in den Erneuerungs- und in den Reservefonds	4 548 040

Das einbezahlte Aktienkapital von 49,6 Millionen erhält eine Dividende von 7 %, d. h. Fr. 3 472 000.

In der Bilanz figuriert die Beteiligung bei der Wäggital A.-G. mit 20 Millionen, diejenige bei den Bündner Kraftwerken mit 14,6 Millionen und diejenige bei der Schweizerischen Kraftübertragung mit Fr. 800 000.

Die Obligationenschuld beträgt unverändert 54,58 Millionen.

Briefe an die Redaktion. — Communications à l'adresse de la rédaction.

Nous tenons à ajouter que les clichés des figures illustrant les deux articles sur **l'usine de la Peuffeyre** et son interconnexion aux réseaux de la Cie Vaudoise et de l'E. O. S. (voir Bull. A. S. E. 1928, No. 20 et Bull. A. S. E. 1929, No. 2) ont été mis obligeamment à notre disposition par le *«Bulletin Technique de la Suisse Romande»*.

Miscellanea.

Zweite Weltkraftkonferenz

16.—25. Juni 1930 in Berlin [1]. (06)621

Das Schweizerische Nationalkomitee der Weltkraftkonferenz hat in seiner Sitzung vom 14. Januar 1929 beschlossen, die Organisation über die schweizerische Beteiligung an der zweiten Weltkraftkonferenz in Berlin an die Hand zu nehmen. Diese Konferenz vom Jahre 1930 ist wieder eine Vollkonferenz, während die Konferenzen in Basel vom Jahre 1926, diejenige in London vom Jahre 1928 und diejenigen in Barcelona und Tokio vom Jahre 1929 als Teilkonferenzen aufzufassen sind. Es erscheint erwünscht, dass die schweizerische Technikerschaft tätigen und gut organisierten Anteil an der Konferenz in Berlin im Jahre 1930 nimmt, und das Schweizerische Nationalkomitee beabsichtigt, weitere Mitteilungen über die geplante schweizerische Mitwirkung zu machen. Es beschränkt sich daher zunächst auf die nachfolgende vorläufige Orientierung.

In der zweiten Weltkraftkonferenz in Berlin werden sämtliche mit der Ausnützung und der Entwicklung der Kraftquellen verbundenen Fragen behandelt, und zwar über die Energiequellen, über Energieerzeugung, -transport und -speicherung, über Energieverwendung und Allgemeines über diese Verhältnisse. Die nähere Einteilung über die Thematas ist aus dem beigegebenen Technischen Programm zu ersehen.

Die Berichte können nur durch Vermittlung der Nationalen Komitees eingereicht werden. Sie sollen sich womöglich auf die neueste Entwicklung beschränken und auch die wirtschaftlichen Gesichtspunkte des betreffenden Themas mitbehandeln. Die Berichte sollen nicht mehr als je 7500 Wörter umfassen, in englischer, französischer oder deutscher Sprache abgefasst und mit der Schreibmaschine geschrieben sein. Sie müssen einen streng wissenschaftlichen, objektiven Charakter aufweisen und dürfen nirgendswo vorher veröffentlicht sein. Die Berichte sollen bis zum 1. November 1929 beim Bureau der zweiten Weltkraftkonferenz in Berlin eingehen; die schweizerischen Berichte müssen daher rechtzeitig vorher beim Schweizerischen Nationalkomitee eingereicht werden. Die Anzahl der Bilder ist auf das notwendigste Mass einzuschränken. Im Berichte sollen soweit möglich nur international anerkannte Zeichen verwendet werden.

Basel und *Zürich*, im Januar 1929.

Das Schweizerische Nationalkomitee der Weltkraftkonferenz.

[1] Weitere Auskunft über diese Konferenz erteilt das Sekretariat des Schweizerischen Nationalkomitees der Weltkraftkonferenz, Zürich 8, Seefeldstrasse 301, Tel. Limmat 96.60.

Technisches Programm der Zweiten Weltkraftkonferenz, Berlin 1930.

Klasse A. Energiequellen.

Bei den Beiträgen für diese Gruppe wird weniger an abgeschlossene Einzelberichte gedacht als an Mitteilungen, die das Bureau der Zweiten Weltkraftkonferenz zu zusammenfassenden Weltübersichten verarbeitet. Sehr dankbar werden auch Angaben über wichtige Veröffentlichungen entgegengenommen, die von den Nationalen Komitees als massgebend für ihr Land bezeichnet werden, desgleichen alle statistischen Angaben, die Unterlagen für grössere Uebersichten bieten können. Die Mitteilungen sollen folgende Punkte berücksichtigen:

Abteilung I. *Feste Brennstoffe*
Abteilung II. *Flüssige Brennstoffe*
Abteilung III. *Gasförmige Brennstoffe*
Abteilung IV. *Wasserkräfte*
Abteilung V. *Ausnutzung der Erd- und Sonnenwärme, Windkraft usw.*

Gewünscht werden insbesondere: Angaben über Erschliessung neuer Energiequellen und statistische Angaben hierüber.

Angaben über aussichtsreiche Projekte zur Erschliessung neuartiger Energiequellen.

Wichtige technische Fortschritte bei der Gewinnung (auch synthetische Gewinnung) und

Förderung von festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffen und Angaben über bereits erfolgte wichtige Veröffentlichungen.

Klasse B. Energieerzeugung, Energietransport und Energiespeicherung.

Abteilung I.
Dampfkraftanlagen und Brennstoffe.

Gruppe 1. Transport und Lagerung des stükkigen Brennstoffes.
Gruppe 2. Transport und Lagerung von Kohlenstaub.
Gruppe 3. Transport und Lagerung von flüssigem Brennstoff.
Gruppe 4. Transport und Speicherung von Gasen (Gasfernleitung).
Gruppe 5. Feuerungsanlagen für feste, staubförmige, flüssige und gasförmige Brennstoffe.
Gruppe 6. Regelung von Dampfkesselanlagen.
Gruppe 7. Erzeugung von Hochdruckdampf mit mehr als 30 at
Gruppe 8. Dampfmaschinen und Dampfturbinen.
Gruppe 9. Quecksilberdampfturbinen und Zweistoffturbinen.
Gruppe 10. Fernheizwerke (Dampf, Wasser).
Gruppe 11. Wärmespeicher (Dampf, Wasser).
Gruppe 12. Wärmeschutz.
Gruppe 13. Kupplung von Kraft- und Wärmeversorgung.

Abteilung II.
Anlagen mit Verbrennungskraftmaschinen.

Gruppe 1. Die Gasmaschinen und die Gasturbinen. Hochofengasmaschinen. Dieselmaschinen. Aufladeverfahren. Abwärmeverwertung. Steigerung der Umlaufzahl. Kohlenstaubmotoren. Unschädlichmachung der Auspuffgase.
Gruppe 2. Die Dieselmaschine für die Spitzendeckung der Elektrizitätswerke.
Gruppe 3. Die Verbrennungskraftmaschine im Verkehrswesen.

Abteilung III.
Wasserkraftanlagen.

Gruppe 1. Uebersicht über die gesetzliche Regelung der Wasserkraftnutzung.
Gruppe 2. Bau und Betrieb grosser Staudämme und Wehre; Wasserspeicher mit natürlichem Zufluss.
Gruppe 3. Wasserkraftanlagen, gekuppelt mit Bewässerungs- und Verkehrsanlagen.
Gruppe 4. Die experimentelle Forschung auf dem Gebiete der Wasserkraftausnutzung.
Gruppe 5. Neues im Turbinenbau. Hochdruckleitungen. Pumpspeicherwerke.

Abteilung IV.
Elektrische Anlagen.

Gruppe 1. Erzeugung und Transformierung des elektrischen Stromes; Zusammenarbeit verschiedenartiger Kraftanlagen.
Gruppe 2. Hochspannungsleitungen (Freileitungen und Kabel, Sicherungen gegen Fehler).
Gruppe 3. Selbsttätige und halbselbsttätige Kraft- und Nebenwerke.
Gruppe 4. Die Rolle der Schwachstromtechnik im Kraftbetriebe.
Gruppe 5. Speicherung der elektrischen Energie.
Gruppe 6. Drahtlose Kraftübertragung.

Abteilung V.
Mechanische Energieleitung unter besonderer Berücksichtigung der Getriebe.

Klasse C. Energieverwendung,

Mechanische, elektrische und Wärmeenergie wird heute in irgendeiner Form auf allen Gebieten menschlichen Schaffens verwendet. Es kann sich deshalb hier nicht darum handeln, das seit Jahrzehnten Uebliche nochmals zusammenfassend zu bearbeiten. Dagegen wäre es von hohem Wert, von den einzelnen Ländern zu erfahren, welche Gebiete der neuen oder verstärkten Energieverwendung heute ihre besondere Beachtung finden. Gedacht ist hierbei etwa an folgendes:

Abteilung I.
Landwirtschaft.

Gruppe 1. Gewinnung von Düngemitteln mittels grosser Energie- und Gasmengen.
Gruppe 2. Bewässerung und Entwässerung grosser Landgebiete.
Gruppe 3. Energieverwendung in landwirtschaftlichen Betrieben.

Abteilung II.
Hauswirtschaft und Gewerbe.

Gruppe 1. Gesteigerte Verwendung des elektrischen Stromes im Gewerbe und in der Hauswirtschaft (Antrieb von Kleinmaschinen des Haushalts, wie Staubsauger, Waschmaschinen, Plättmaschinen, Kühlanlagen usw.), ferner Benutzung der elektrischen Wärme zum Kochen und Heizen (Elektro-Dampfkessel).
Gruppe 2. Gesteigerte Verwendung von Gas in der Hauswirtschaft, im Gewerbe und in der Industrie.

Abteilung III.
Verkehrswesen.

Gruppe 1. Fortschritte in der Umstellung der Eisenbahnen auf elektrischen Betrieb; Betrieb von Nebenlinien.
Gruppe 2. Verbesserung der Wärmeausnutzung in Lokomotiven: Dampfturbinenlokomotive, Diesellokomotive, Hochdrucklokomotive, Kohlenstaublokomotive.
Gruppe 3. Kraftwagen als Zubringer oder Ersatz von Eisenbahnen.
Gruppe 4. Energieverwendung im Schiffsbetrieb.

Abteilung IV.
Energieverwendung im Bergbau und Hüttenwesen.
z. B. Unmittelbare Gewinnung und Umwandlung von Eisen und Metallen mittels elektrischer Energie.

Abteilung V.
Energieverwendung im Bauwesen und in Fabrikbetrieben.

Klasse D. Allgemeines.

Abteilung I.
Vertrieb von Energie.

Gruppe 1. Fortschritte im Ausgleich der Belastungsspitzen. Heranziehung von privaten Kraftanlagen zur Entlastung der Ueberlandkraftwerke.
Gruppe 2. Kräftigung des Energiemarktes. Verstärkte und verfeinerte Werbung für die Anwendung der Energie. Finanzierung der Erzeugung und des Verbrauchs.

Abteilung II.
Energiewirtschaft und Recht.

Gruppe 1. Energieaustausch und Zwischenhandel mit Energie. Wegerecht für Energieleitung aller Arten. Durchquerung verschiedener Hoheitsgebiete.
Gruppe 2. Energiewirtschaft und Landesplanung.
Gruppe 3. Gesetzliche Regelung der Stromversorgung grosser Gebiete.
Gruppe 4. Staatliche und private Energieversorgung.

Abteilung III.
Ausbildungsfragen.

Gruppe 1. Technische Ausbildung für den Bau und Betrieb von Kraft- und Verteilanlagen.
Gruppe 2. Ausbildungsfragen im Zusammenhang mit der Energiewirtschaft.

Abteilung IV.
Gemeinschaftsarbeit.

Gruppe 1. Energiestatistik und ihre Methoden unter besonderer Berücksichtigung der wirtschaftlichen Ergebnisse.
Gruppe 2. Stand der Normung auf dem Gebiete der Energietechnik. Regeln für Leistungsversuche an Kraftanlagen.
Gruppe 3. Vereinheitlichung der Terminologie.

Personalnachrichten. Der Verwaltungsrat der Nordostschweizerischen Kraftwerke A.-G. hat am 14. Januar 1929 den Vorsteher der Bau- und Studienabteilung, Herrn Vizedirektor Ingenieur *A. Zwygart* zum Direktor befördert. An Stelle des aus Gesundheitsrücksichten zurückgetretenen Herrn Direktor H. Vaterlaus ist zum Direktor der Betriebsabteilung ernannt worden Herr Ingenieur *A. Engler*. Ferner hat der Verwaltungsrat zum Vizedirektor der Betriebsabteilung Herrn *A. Hauser* ernannt.

Wir erinnern bei dieser Gelegenheit daran, dass Hr. Vaterlaus, dipl. Maschineningenieur des Eidgenössischen Polytechnikums vom Jahre 1886, Mitglied des S. E. V. seit 1891, im Jahre 1909 von der Leitung des Starkstrominspektorates zur Betriebsleitung des Kraftwerkes Beznau-Löntsch übergetreten ist und, als aus diesem Unternehmen im Jahre 1913 die Nordostschweizerischen Kraftwerke hervorgingen, bei diesen letzteren zunächst Ingenieur der Betriebsleitung und im Jahre 1919 Direktor der Betriebsabteilung wurde. Wir wünschen Hrn. Vaterlaus, dass der Ruhestand, in den er nun getreten ist, ihm die gewünschte Erholung bringe und ihm erlaube, wieder die volle Gesundheit zu erlangen.

Literatur. — Bibliographie.

Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz. Die Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz, abgeschlossen auf Ende 1927, bearbeitet vom Starkstrominspektorat des S. E. V., ist dieser Tage wiederum im Druck erschienen und kann vom Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E., Seefeldstr. 301, Zürich 8, bezogen werden; Preis für Mitglieder des S. E. V. Fr. 5, für Nichtmitglieder Fr. 8.

Obschon die Elektrizitätsversorgung der Schweiz insofern einen gewissen Höhepunkt erreicht hat, als von insgesamt ca. 3,9 Millionen Einwohnern sich 3,85 Millionen im Bereiche eines vorhandenen Verteilnetzes befinden, nimmt die Produktion und die Abgabe elektrischer Energie stetig und rasch zu. Die Entwicklung des Energiebedarfes zwingt zum Bau von neuen Kraftwerken, Unterwerken, Uebertragungsleitungen und Einrichtungen zur Kuppelung von Werken und Werksgruppen. Insbesondere veranlasst die immer weiter gehende Vermaschung der Netze den Umbau älterer Verteilanlagen und deren Anpassung an die geltenden Stromsystemnormen, vor allem auch an die Spannungsnormen. Rapide Fortschritte machen in vielen Gegenden die Anwendungen der Elektrizität im Haushalt, vor allem die Wärmeanwendungen (Heisswasserspeicher) und verändern in ihrer Gesamtheit wesentlich die Belastungsverhältnisse der Werke. So wird das Bild der schweizerischen Energieversorgung von Jahr zu Jahr etwas verschoben und neue Tendenzen machen sich geltend. Ein statistisches Werk über Elektrizitätswirtschaft muss deshalb stets nachgeführt werden.

Es ist aus diesem Grunde sehr zu begrüssen, dass sich der S. E. V. entschlossen hat, der letzten, auf Ende 1925 abgeschlossenen Statistik, eine solche auf Ende 1927 folgen zu lassen.

Die vorliegende Ausgabe ist eine sogenannte «kleine Ausgabe», d. h., sie umfasst nur diejenigen Primärwerke mit mehr als 500 kW To-

talleistung oder mit eigenen Erzeugungsanlagen von mehr als 300 kW Leistung, ferner diejenigen Sekundärwerke, welche über mehr als 500 kW Totalleistung verfügen. Diese Werke sind aber in vollständig analoger Weise wie in der «grossen Ausgabe» behandelt. Die nicht enthaltenen Werke produzieren kaum 3 % aller in der Schweiz erzeugten Energie und verteilen davon nur ca. 6 %. Diese «kleine Statistik» genügt deshalb wohl in den weitaus meisten praktischen Fällen.

Sie umfasst 111 Druckseiten im Aktenformat. Den detaillierten Angaben über die wirtschaftlich-kommerzielle Struktur der Unternehmungen und der bedienten Absatzgebiete, die Kraftwerke, Maschinenanlagen, Speise- und Verteilleitungen, Unterwerke usw. sind interessante auswertende Zusammenstellungen mit Vergleichszahlen des Vorjahres beigegeben.

Die neue Statistik dürfte jedermann, der sich über die Verhältnisse der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft zuverlässig informieren will, unentbehrlich sein. Sie dürfte auch speziell dem Elektrohandel grosse Dienste leisten, indem eine Menge Auskünfte, wie z. B. solche über Stromsysteme, insbesondere vor allem über die von den verschiedenen Werken *verwendeten Spannungen,* die sonst nur auf mühseligem Korrespondenzweg erhältlich sind, in diesem mit grösster Sorgfalt zusammengestellten Werke gegeben werden.

Vereinsnachrichten.

Die an dieser Stelle erscheinenden Artikel sind, soweit sie nicht anderweitig gezeichnet sind, ***offizielle Mitteilungen des Generalsekretariates des S.E.V. und V.S.E.***

Schweizerischer Elektrotechnischer Verein (S.E.V.)

Einladung zur Diskussions-Versammlung in Olten

im grossen Saal des Hotel Schweizerhof, Samstag den 9. März 1929.
Beginn: 8 Uhr 45.

Es werden folgende *Vorträge mit Lichtbildern* mit anschliessender Diskussion gehalten:

1. Leistungsaustausch zwischen unabhängigen Leitungsnetzen (Schlupfumformer). Referent: Herr *F. Grieb,* Ingenieur, Baden.
2. Das Minimal-Impedanzrelais der Maschinenfabrik Oerlikon. Referent: Herr *H. Puppikofer,* Ingenieur, Oerlikon.
3. Automatische Kraftwerke. Referent: Herr *W. Walty,* Ingenieur, Baden.

Die Diskussionsversammlung soll am Nachmittag fortgesetzt werden.

Es wird Gelegenheit zur Einnahme eines gemeinsamen Mittagessens im Hotel Schweizerhof geboten sein.

Der Vorstand erwartet gerne eine recht zahlreiche Beteiligung der Mitglieder des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins an dieser Versammlung, insbesondere auch von Seite der Elektrizitätswerke und Fabrikationsfirmen und eine rege Benützung der Diskussion.

Teilnahmeberechtigt sind sämtliche Mitglieder des S. E. V., sowie eingeführte Gäste, wenn sie von einem Mitglied vorher beim Generalsekretariat des S. E. V., Seefeldstrasse 301, Zürich 8, schriftlich angemeldet sind.

Für den Vorstand des S. E. V.:

Der Präsident:	Der Generalsekretär:
(gez.) *J. Chuard.*	(gez.) *F. Largiadèr.*

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN
BULLETIN
ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke	REDAKTION Zürich 8, Seefeldstr. 301	Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité
Verlag und Administration	Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G. Zürich 4, Stauffacherquai 36/38	Editeur et Administration

XX. Jahrgang
XX^e Année

Bulletin No. 5

März I
Mars I 1929

Hochleistungsprüfanlage für Oelschalter.

Von *E. Heusser*, Aarau.

621.317.35 (0068)

Die Ateliers de Constructions Electriques de Delle haben eine Hochleistungsanlage zur Prüfung von Oelschaltern erstellt, welche in diesem Aufsatz beschrieben ist. Als Energiequelle dient das Netz von Lyon. Die Versuchsgruppe besteht aus einem Asynchronmotor, Dauerleistung 1350 PS, 1500 Umdr./min, 10 Min.-(Anlasszeit)-Leistung 2700 PS, einem direkt gekuppelten Drehstromgenerator, Dauerleistung 50 000 kVA, einem aufgesetzten Erreger und einem über Reduktionsgetriebe arbeitenden Anwurfmotor. Das Schwungmoment GD² des drehenden Teiles beträgt 32 tm². Installiert sind ferner zwei Transformatoren, ein eigentlicher Hochleistungs-Hochspannungstransformator von 400 000 kVA kurzzeitiger Leistung bei verschiedenen Spannungen bis 107 500 V, und ein Hochstromtransformator für elektrodynamische Versuche für 100 000 A (20 sec), resp. 250 000 A (3 sec) bei 90 V. — Während der Kurzschlussversuche wird der Asynchronmotor vom Netz abgeschaltet; die Verluste in den Maschinen, im Transformator und im Lichtbogen werden dann unter Geschwindigkeitsverlust durch die kinetische Energie der rotierenden Teile gedeckt.

Les Ateliers de Constructions Electriques de Delle ont construit une installation de forte puissance, décrite dans cet article, pour l'essai d'interrupteurs à huile. L'installation est alimentée par le réseau de Lyon. Le groupe d'essai comprend un moteur asynchrone de 1350 chevaux en régime continu, 1500 tours/min, 2700 chevaux pendant les 10 minutes du démarrage, une génératrice triphasée accouplée directement, de 50 000 kVA en régime continu, une excitatrice en bout d'arbre et un moteur de lancement travaillant par l'intermédiaire d'un engrenage de réduction. Le moment d'inertie GD² de la partie tournante atteint 32 tm². Sont installés en outre deux transformateurs, l'un de grande puissance et à haute tension (400 000 kVA temporairement, tensions jusqu'à 107,5 kV), l'autre à forte intensité (100 000 A pendant 20 sec. ou 250 000 A pendant 3 sec., sous 90 V) pour des essais électrodynamiques. Durant les essais de court-circuit, le moteur asynchrone est déconnecté du réseau; les pertes dans les machines, dans le transformateur et dans l'arc sont couvertes alors par l'énergie cinétique des parties tournantes, au détriment de la vitesse.

Am 10. Januar d. J. wurde unter grosser Beteiligung seitens der französischen Elektrizitätswerksbetriebe eine Hochleistungsprüfanlage für Oelschalter eingeweiht, welche die Ateliers de Constructions Electriques de Delle auf ihrem Fabrikareal in Lyon-Villeurbanne errichtet hatten. Diese Prüfanlage vermag sowohl bezüglich der Anordnung und der verfügbaren Leistung das Interesse auch schweizerischer Kreise auf sich zu ziehen, umsomehr, als sich ein schweizerisches Unternehmen, die Fabrik elektr. Apparate Sprecher & Schuh A.-G., durch vertragliches Abkommen die technische Mitbenützung gesichert hat.

Es ist wohlbekannt, dass seit einer Reihe von Jahren sowohl in der Schweiz, als in unseren Nachbarländern Anstrengungen gemacht wurden zur Errichtung neutraler Hochleistungsprüfanlagen, in welchen die Oelschalter verschiedener Herkunft auf ihre Leistungsfähigkeit geprüft werden könnten [1]). Man kann darüber im Zweifel

[1]) Siehe Bull. S.E.V. 1928, S. 712.

sein, ob das grössere Interesse an der Errichtung neutraler Prüfanlagen bei den Elektrizitätswerken als Verbraucher der Oelschalter, oder bei den Konstrukteuren, d. h. den Fabriken elektrischer Apparate, liegt. Von entscheidender Bedeutung scheint uns dabei die Tatsache zu sein, dass die Aufgaben, welche diese Prüfanlagen zu erfüllen haben, bei den beiden Interessengruppen verschieden sind. Während es sich bei den Elektrizitätswerken in den meisten Fällen um die Nachprüfung garantierter Leistungen von Oelschaltern handelt, sind die Konstrukteure viel mehr an der Lösung grundsätzlicher Konstruktionsfragen, der Prüfung neuer Konstruktionselemente und der Erforschung physikalischer Phänomene interessiert. Sie werden deshalb solche Prüfanlagen oft für längere Zeit dauernd in Anspruch nehmen müssen. Die bisherigen Erfahrungen scheinen deshalb auch allgemein dazu zu führen, dass die Konstrukteure ihre eigenen Prüfanlagen zu bauen haben, was anderseits durchaus nicht verhindern dürfte und verhindern wird, neutrale Prüfanlagen für die Elektrizitätswerke zu erstellen.

Wir wollten diese Erwägungen vorausschicken, um nicht etwa den Eindruck zu erwecken, die bisherigen Anstrengungen für eine neutrale Prüfanlage in der Schweiz, die noch nicht zu einem positiven Erfolg führten, müssten mit der Zeit an Bedeutung verlieren und sie könnten einer Verwirklichung des Projektes nicht mehr entgegengeführt werden.

Die Prüfanlage der Ateliers de Constructions Electriques de Delle (ACED).

Die vielen Umstände und Hindernisse, welche sich bei der Durchführung von Schalterversuchen in den Netzen verschiedener Klienten für die Verständigung mit dem technischen Dienst der Fabrik ergaben, machten es vor allem wünschenswert, die Versuchsanlage den technischen Werkstätten der ACED anzugliedern. Die Speisung der Versuchsstation mit elektrischer Energie dagegen liess bei dieser Plazierung Schwierigkeiten voraussehen, welche selbst in einem Verteil-Zentrum von der Bedeutung Lyons nicht vernachlässigt werden konnten. Sie liegen nicht in der Grösse der benötigten Leistung, welche nur ca. 2500 PS beträgt, sondern vielmehr in der Unregelmässigkeit des Konsums. Das stromliefernde Werk, die Société Générale de Force et Lumière, bewies allerdings in dieser Beziehung eine grosszügige Auffassung, indem es eine besondere Leitung von 2 km Länge baute, um die Prüfanlage direkt mit seiner grossen Verteilstation „Vaulx-en-Velin“ zu verbinden, wodurch störende Einflüsse auf das städtische Netz so gut wie ausgeschlossen sind.

Allgemeine Anlage.

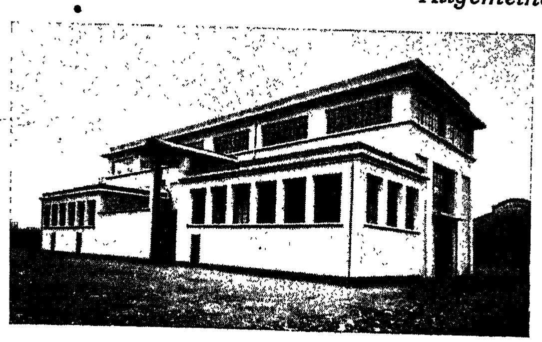


Fig. 1.
Aussenansicht der Versuchsstation.

Fig. 1 gibt in einer Aussenansicht die Prüfstation wieder. Fig. 2 veranschaulicht die Maschinenhalle. Die schematische Anordnung der Stromzuführung und der Verbindung des Versuchsgenerators, des Transformators und der zu prüfenden Schalter zeigt Fig. 3. Vorläufig ist ein einziger Versuchsgenerator installiert. Es ist jedoch Platz vorgesehen für eine Erweiterung der Anlage durch einen gleichgrossen Generator, der die Kapazität der Prüfanlage auf das Doppelte bringen soll. Generator und Transformator stehen in einer offenen Halle von (38×11) m^2 Grundfläche, welche mit einem 50 t-Kran befahren werden kann und dessen Laufbahn über das Gebäude hinaus verlängert ist und ein zugeführtes Eisenbahngeleise bestreicht. In einem Nebentrakt seitlich der grossen Halle sind untergebracht: Die

Apparate für die Stromzuführung mit 10000 V, d. h. die notwendigen Oelschalter, Trenner, Drosselspulen usw. Es folgt dann ein abgeschlossener Hof, in welchem die Prüfschalter aufgestellt werden, sodann anschliessend daran der Oscillographen- und Messraum, von welchem aus das Verhalten der Oelschalter während der Abschaltung in geschütztem Unterstand beobachtet werden kann, und endlich ein Batterie- und ein Bureau-Raum. Vom Messraum aus ist die Verbindung mit der Maschinenhalle hergestellt, wo anschliessend an den Messraum die Kommandoschaltanlagen an passender Stelle installiert sind.

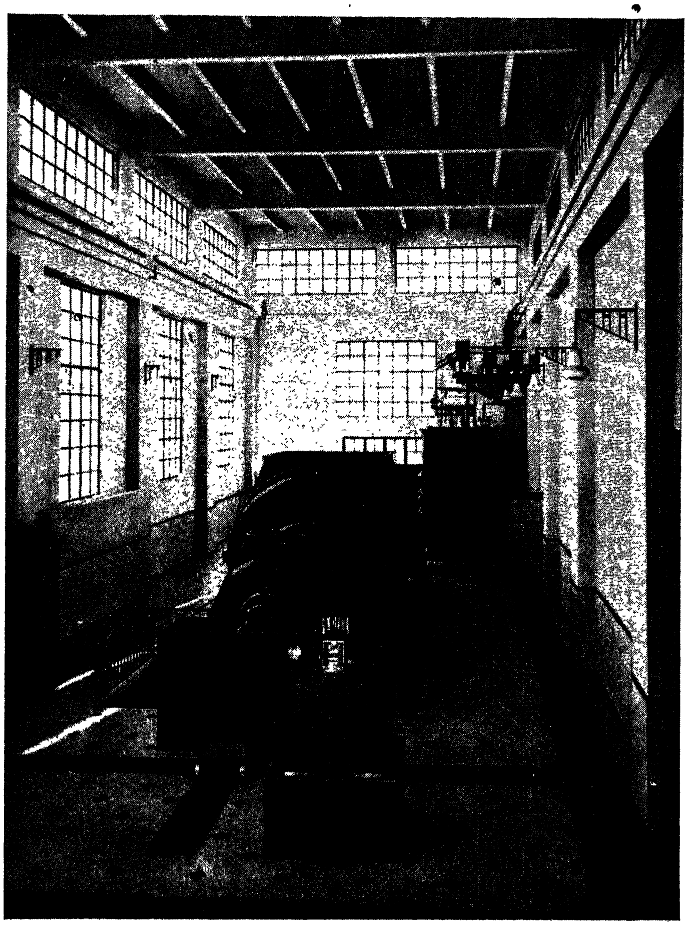


Fig. 2.
Maschinenhalle.

Auf das Anlageschema im Einzelnen eintretend, ergeben sich folgende Hauptteile:

1. *Die Stromzuführungsanlage.* Sie besteht aus einem Satz Sammelschienen *B* mit den Ausschaltern 1, 2 und 4, womit der Zuführungsstromkreis und die Abzweigungen nach verschiedenen Maschinen und den Hilfsdiensten kontrolliert werden. Dieser Teil bietet weiter nichts besonders bemerkenswertes.

2. *Die 9000 V Seite.* Sie stellt die Hochleistungs-Stromquelle dar mit den Sammelschienen *A*, über welche der Prüfgenerator entweder direkt oder über einen besonderen Transformator mit den Versuchsschaltern verbunden wird. Neben dem eigentlichen Hochleistungs-Hochspannungs-Transformator *T* im Schema, auf dessen Beschreibung wir noch zurückkommen, wurde ein zweiter Transformator T_2 installiert, mit welchem Hochstromversuche gemacht werden können. In allen Fällen fliesst der Strom des Generators vorerst durch den Schalter 5, welcher als Schutzschalter installiert und bestimmt ist, im Falle des Versagens des Versuchsschalters den Generator abzuschalten. Er besitzt eine Ausschaltleistung von 1 Million kVA. Der Strom fliesst sodann durch einen zweiten Schalter 6, mittels welchem der Kurzschluss eingeschaltet wird. Dieser Schalter ist ausgerüstet mit Hülfskontakten zur Steuerung des Prüfschalters, in der Weise regulierbar, dass der Moment der Auslösung des Prüfschalters beliebig vor- oder nach dem Einschalten des Schalters 6 eingestellt werden kann.

Es ist möglich, durch entsprechende Voreilung der Auslösung des Prüfschalters den Moment der Abschaltung so zu wählen, dass er mit der maximalen Kurzschlussstromstärke des Generators (erste Halbwelle) zusammenfällt. Nach dem Schalter 6 sind die Reaktanzspulen eingeschaltet. Sie können einzeln kurzgeschlossen werden

mittels der Trenner 7, 8 und 9. Durch Benützung der verschiedenen Anzapfungen der Drosselspulen ist es auch möglich, die Reaktanz auf 71, 50, 38, 28, 20, 16 oder 12 % der Gesamt-Reaktanz zu regulieren. Nachher fliesst der Strom entweder direkt auf den Prüfschalter, oder auf einen der Transformatoren T oder T_2, oder schliesslich zum Transformator T_1 zur Versorgung der Hilfsdienste.

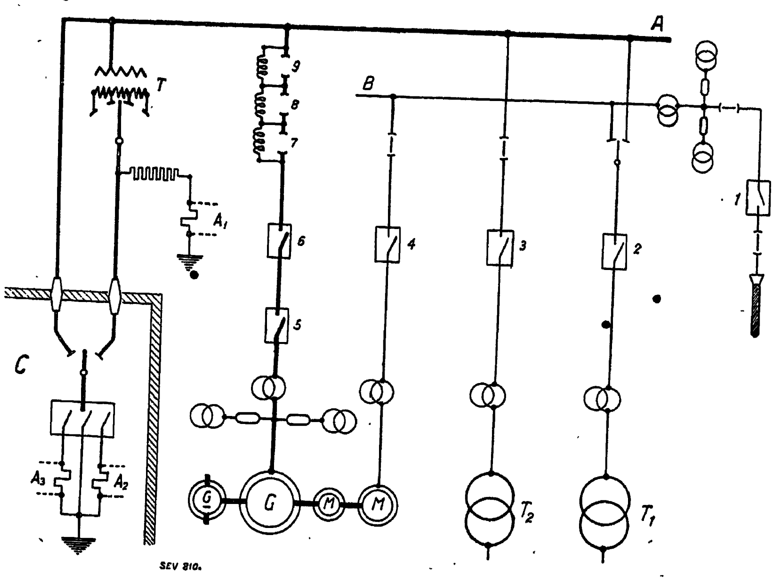


Fig. 3.
Generelles Schema der Anlage.

3. *Ein drittes System von Sammelschienen* verbindet die Klemmen des Hochspannungs-Transformators mit den Anschlüssen für den Prüfschalter im Versuchsraum. Die Art der Montage der Leitungen für den Stromkreis von 9000 V war bedingt durch die ausserordentlichen Kurzschlusskräfte, welche insbesondere auftreten, wenn die Wicklungen des Generators parallel geschaltet sind (4500 V) und der Spitzenwert des Kurzschlussstromes für diesen Fall ca. 136000 A beträgt. Bei der gewählten Distanz der Leitungen beträgt dann die Repulsionskraft zwischen parallelen Leitern ungefähr 2400 kg pro laufenden Meter. Die Leitungen selbst sind aus Kupferrohren und ihr Abstand so gewählt, dass sich die Eigenimpedanz auf ein Minimum reduziert.

Nach dem Oscillographen-Beobachtungsraum ist eine Akkumulatorenbatterie untergebracht, welche die Energie zur Steuerung der Schalter, für eine Notbeleuchtung, verschiedene Verriegelungen und Hilfsapparate liefert.

Der Versuchshof (Fig. 4).

Innerhalb dieses Raumes *C* (Fig. 3) werden die Versuchsschalter aufgestellt. Der Raum ist auf drei Seiten durch Gebäudemauern abgeschlossen. Sie sind in armiertem Beton in einer Dicke von 50–60 cm ausgeführt. Die vierte Seite wird abgeschlossen durch eine Betonmauer mit einer Türe aus schwerer Eisenkonstruktion. Die Versuchsapparate werden durch eine leichte Dachkonstruktion vor Regen geschützt. Die Bedachung ist so gewählt, dass sich bei einer schweren Explosion keine Projektile bilden, die für die Umgebung der Versuchsanlage gefährlich würden. Ein kleiner Kran zur Handhabung der Versuchsschalter vervollständigt diese Ausrüstung. Zur Steuerung der Versuchsschalter und zu Messzwecken sind armierte Mehrleiterkabel zwischen Versuchsraum und dem Messraum gelegt worden.

Messraum und Kommandostand.

Die Anordnung des Messraumes in unmittelbarer Nähe des Versuchshofes und des Kommando-Standes gewährleistet ein Minimum an Bedienungspersonal zur Ueberwachung und Bedienung der ganzen Anlage. Aus dem gleichen Grunde wurden auch Mess- und Beobachtungsraum vereinigt. Es ist so möglich, im Prinzip mit *einem* Ingenieur und *einem* Mechaniker die Versuche durchzuführen.

Die Kommandoschalttafel ist vom Messraum durch eine Glaswand getrennt. Der Messtand enthält eine Schalttafel, 2 Oscillographen und die notwendigen Registrier-Instrumente zur Aufzeichnung verschiedener Erscheinungen, welche am Prüfschalter zu beobachten sind. Die Schalttafel enthält im besonderen die Steuerschalter für Prüfschalter und den Schalter 6 für das Einschalten des Kurzschlusses. Der Ingenieur, dem die Messungen obliegen, kann auf diese Weise selbst den Kurzschluss einschalten. In unmittelbarer Nähe des Operateurs, dem die Handhabung der Messinstrumente zugewiesen ist, ist der Beobachtungsstand, von welchem aus man durch einen stahlgepanzerten Schlitz in der Mauer den Schalter auf verhältnismässig geringe Distanz sehen kann.

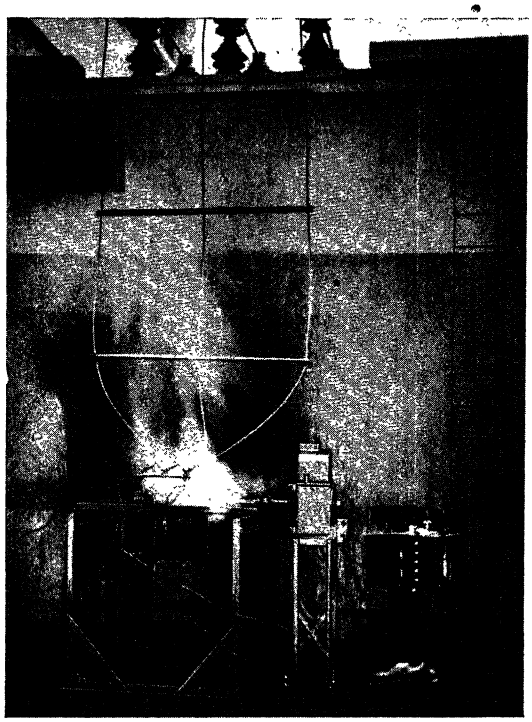


Fig. 4.
Versuchshof. — Abschaltversuch an einem Oelschalter.

Die Installation des Messraumes wird ergänzt durch eine photographische Dunkelkammer zur Entwicklung der Oscillogramm-Filme. Der erwähnte Schalt- oder Kommandostand liegt bereits in der Maschinenhalle selbst und von hier aus kann der Betrieb der Anlage unmittelbar überwacht werden. Er besteht aus einem sechsfeldrigen Schaltpult, von welchem aus die Maschinengruppe vollständig gesteuert werden kann, ausgenommen das Anlassen. Hiefür ist ein grosser, luftgekühlter Gusseisenwiderstand in der Halle neben dem Maschinen-Aggregat montiert, an welchem auch die Schalter zum Anlassen bzw. Kurzschliessen des Widerstandes direkt angebracht sind.

Versuchsgruppe. Die Versuchsmaschinengruppe (Fig. 5) besteht aus:

1 Generator für Drehstrom, Fabrikation Schneider, mit einer konstanten Leistung von 50000 kVA, 50 Per/sec, 1500 Umdr./min;

1 Erreger, 200 V, 1000 A, am einen Wellenende des Generators montiert;

1 Antriebsmotor für Drehstrom von 1350 PS Dauerleistung, 10000 V, direkt gespeist aus dem stromliefernden Elektrizitätswerk. Dieser Motor kann während 10 Minuten 2700 PS leisten. Er wird angelassen durch den obenerwähnten Anlasswiderstand aus Gusseisen;

1 Anwurfmotor von 30 PS, 210 V, der über ein Reduktionsgetriebe arbeitet und dazu dient, den Reibungswiderstand des Generators im Zustand der Ruhe zu überwinden.

Der Drehstrom-Generator wurde für eine Dauerleistung von 50000 kVA konstruiert. Seine Spannung unter diesen Betriebsbedingungen beträgt 6000 V und der Betriebsstrom 4800 A. Eisen- und Kupfergewicht sowohl, als auch die äusseren Abmessungen der Maschine stimmen überein mit denjenigen einer normalen Maschine dieser Leistung. Die Isolation dagegen wurde so gewählt, dass eine Uebererregung von 50 % über die Normalspannung ohne weiteres zulässig ist, d. h. eine Spannung von 9000 V. Diese Uebererregung erlaubt, die im Kurzschluss verfügbare Leistung im entsprechenden Verhältnis zu erhöhen, ohne in Anbetracht der kurzen Belastungs-

dauer an irgend einem Teil der Maschine gefährliche Erwärmungen befürchten zu müssen.

Die Streureaktanz der Maschine beträgt 0,195 Ω pro Phase, womit eine Kurzschlusspannung von 27 % erreicht wird. Diese Reaktanz, welche die Kurzschlussleistung bestimmt, könnte für eine Maschine dieser Art etwas gross erscheinen.

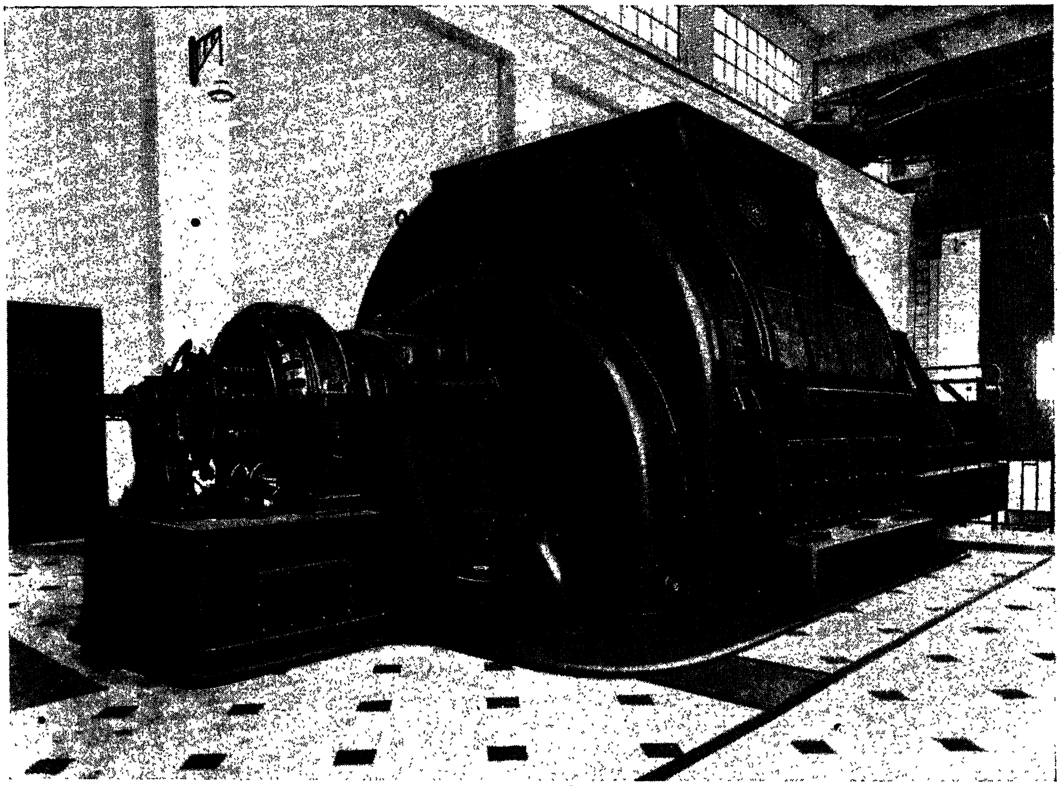


Fig. 5.
Versuchsmaschinengruppe.

In Anbetracht der Bestimmung der Gruppe wurde es jedoch als zweckmässig erachtet, die mechanische Sicherheit der Maschine einer höheren Kurzschlussleistung vorzuziehen. Die genannte Reaktanz bestimmt somit die Kurzschlussleistung der Maschine in A nach der bekannten Beziehung:

$$I_K = \frac{U}{\sqrt{3}\,X} = \frac{9000}{\sqrt{3}\;0{,}195} \doteq 27\,000 \text{ A.}$$

I_K bezeichnet den Effektivwert der Wechselstrom-Komponente. Der Scheitelwert der gesamten asymmetrischen Stromwelle erreicht dann den Wert:

$$I_s = 1{,}8\,(27000 \cdot \sqrt{2}) \doteq 68000 \text{ A.}$$

Nach der Berechnungsregel des V. D. E. bestimmt sich die normal verfügbare Kurzschlussleistung als Abschaltleistung des Versuchsschalters im dreiphasigen Kurzschluss zu 500000 kVA. Nach schweizerischen Richtlinien für die Bestimmung der Kurzschlussleistung würde sich eine Leistung von etwa 400000 kVA ergeben. Bei dieser Gelegenheit lohnt es sich, auf die Verschiedenheiten in der Berechnung der Kurzschlussleistung nach verschiedenen Landesvorschriften aufmerksam zu machen[2].

[1]) Vergl. Bull. S.E.V. 1928, S. 277.

Die Wicklung des Generators ist in Stern geschaltet. Der Neutralpunkt ist zugänglich und kann an Erde gelegt werden. Ausserdem lässt sich jede Phase in zwei Hälften schalten, entweder in Serie oder parallel. Die obigen Zahlen beziehen sich für den Fall der Serienschaltung der Phasenwicklungen. Mit der Parallelschaltung werden folgende Werte erreicht:

$$U = 4500 \text{ V}, \; I_K = 54000 \text{ A}, \; I_s = 136000 \text{ A}.$$

Die Abschaltleistungen bleiben natürlich die gleichen in beiden Fällen. Die Kupferverluste erhöhen sich bei Erreichung der maximalen Stromstärke auf 7000 kW für die erste Halbwelle. Eine besondere Konstruktionsaufgabe war die zuverlässige Befestigung und Versteifung der Spulenköpfe der Wicklung, um den hohen magnetischen Kräften der Kurzschlussströme standzuhalten.

Nachdem die Kupferverluste in Anbetracht der kurzen Betriebsdauer vernachlässigbar schienen in Bezug auf die Erwärmung, war ursprünglich vorgesehen, eine Ventilation der Maschine wegzulassen. Die nähere Prüfung zeigte jedoch, dass dies unzulässig wäre, in Anbetracht der nicht zu vernachlässigenden Erwärmung des Eisens und der Luftreibung. Aus diesem Grunde erhielten sowohl Rotor als Stator eine entsprechende Ventilation. Infolge des grossen Rotorgewichtes sind die Reibungsverluste in den Lagern beträchtlich. Sie betragen ca. 320 kW. Eine Pumpe versieht zu diesem Zwecke die Lager mit Drucköl, das in einem Wasserkühler rückgekühlt wird. Besondere Massnahmen wurden getroffen, um bei einem Wicklungsdefekt im Generator grösseren Schaden abzuwenden. Sie bestehen in einer Vorrichtung zur Schnellentregung des Generators und einer Feuerlöschvorrichtung, wofür Kohlensäure in Flaschen unter Druck aufgespeichert gehalten wird.

Die Zirkulationspumpen für Kühlöl und Wasser sind im Doppel vorhanden und werden von der Akkumulatorenbatterie aus gespeist, um die Erhitzung der Lager bei ausbleibendem Drehstrom vom Werk zu vermeiden. Das Rotorgewicht beträgt 40 t, das Schwungmoment GD^2 des drehenden Teils (Motor, Erreger, Generator und Kupplungen) 32 tm^2, der Stator mit seiner Grundplatte wiegt 150 t.

Hochspannungs-Transformator (Fig. 6.).

Zur Vornahme von Versuchen bei verschiedenen Spannungen enthält die Versuchsstation einen Dreiphasen-Transformator *T*, angeschlossen an die 9000 V Generatorspannung zur Erzeugung der folgenden Sekundärspannungen:

15500 V, 26875 V, 53750 V, 62000 V, 107500 V.

Zu diesem Zwecke ist die Wicklung 4-fach unterteilt für folgende Schaltungen: Alle 4 Stufen in Reihe, 2 Gruppen zu je 2 Stufen parallel und alle 4 Stufen parallel. Die 3 Phasen können in Stern oder Dreieck geschaltet werden. Zwei Anzapfungen für $\pm 10\%$ auf der Primärseite ermöglichen noch die Entnahme von Zwischenspannungen. Um die verschiedenen Schaltungen in kürzester Zeit vornehmen zu können, sind die Wicklungsenden an Durchführungen angeschlossen.

Der Transformator wurde durch die Société Savoisienne de Constructions Electriques in Aix-les-Bains gebaut. Um den gestellten besonderen Betriebsanforderungen genügen zu können, ist seine Kurzschluss-Spannung so niedrig gehalten, als es die Betriebsspannungen erlauben. Der 3-schenklige Magnetkern hat sehr reichlichen Eisenquerschnitt; die Wicklung besteht aus scheibenförmigen runden Spulen, die abwechselnd primär und sekundär auf dem Magnetschenkel aufgeschichtet sind. Jede Spulensäule wird durch Stahlstangen zusammengehalten, die an den beiden Enden durch starke Schlussringe verbunden sind, so dass die Spulensäulen den heftigsten elektrodynamischen Kräften widerstehen können. Um den Abstand zwischen den Hoch- und Niederspannungsspulen auf ein Minimum reduzieren zu können, sind die einzelnen Spulen speziell imprägniert worden, um eine Prüfspannung bei geerdetem Nullpunkt von 150000 V während 1 Minute und 210000 V während 5 Sekunden aushalten zu können. Die Reaktanz beträgt 0,02 Ω, entsprechend

einer Kurzschluss-Spannung von 11,2 % bei der kurzzeitigen Leistung von 400000 kVA des Transformators.

Die Verluste werden nicht wie gewöhnlich durch die zulässige Erwärmung oder den garantierten Wirkungsgrad bestimmt, sondern einesteils durch ihren Einfluss auf den Leistungsfaktor der ganzen Gruppe und andernteils durch ihre Rückwirkung auf die Reduktion der Geschwindigkeit des Generators während der Dauer des Kurzschlusses. Um die ungünstigsten Verhältnisse für die Abschaltung beibehalten zu können, ist es notwendig, dass der betreffende Stromkreis einen kleinen Leistungsfaktor aufweise. Dieser Leistungsfaktor ist immer unter 0,1. Bei diesen Betriebsverhältnissen betragen die Verluste 25000 kW im Kupfer und 280 kW im Eisen.

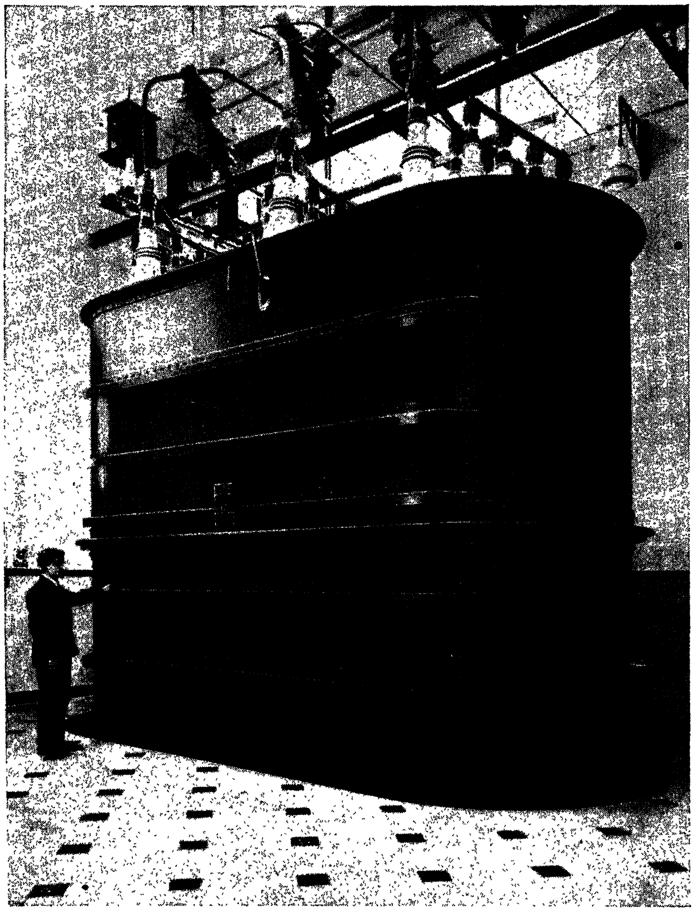


Fig. 6.
Hochspannungstransformator.

Besondere Kühlung des Transformators ist nicht vorgesehen, da die Verluste, die sich auf die kurze Zeit des Versuches beschränken, absorbiert werden durch die Masse des Transformators, dessen Gewicht 92 t beträgt, wovon 35 t auf das Oelgewicht entfallen.

Der Transformator wurde zerlegt spediert und am Ort der Verwendung zusammengebaut. Der Kessel ist zweiteilig, was ermöglicht, auch bei geringer Hallenhöhe den Transformator zur Revision freizulegen.

Messinstrumente.

Zwei Spannungswandler (siehe Fig. 3) gestatten die Spannungsmessung in den verschiedenen Stromkreisen; ein Stromwandler dient zur Messung des Stromes. Für die verschiedenen Oscillographen werden Oelwiderstände verwendet für die Spannungsschleifen und induktionslose Shunts für die Stromschleifen. Dadurch werden Fehler in den oscillographisch aufgenommenen Kurven vermieden, die sonst leicht zufolge der Transformation in den Messtransformatoren namentlich bei kurzzeitigen vorübergehenden Schwingungen befürchtet werden müssen. Die beiden Oscillographen haben je 3 Galvanometer. Sie können einzeln oder gemeinsam benützt werden. Die Oscillographen dienen gleicherweise auch zur Registrierung schnellverlaufender Druckstösse mittels besonderer Manometer, System Clerc. Zur Registrierung der Höchstdrücke werden ausserdem Kugeldruckmesser (Stahlkugel mit Bleiplatte), die sich leicht an irgend einer Stelle des Versuchsschalters einbauen lassen, verwendet. Fig. 7 und 8 zeigen zwei Oscillogramme eines Versuches.

Ausführung der Schaltversuche.

Die Schaltversuche werden in der Regel wie folgt durchgeführt: Die Gruppe wird vorerst mittels der beschriebenen Vorrichtungen angelassen, auf ihre normale Geschwindigkeit von 1500 Umdr./min gebracht und schliesslich wird die Erregung ein-

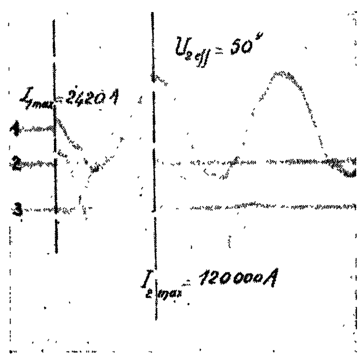


Fig. 7.
Oscillogramm eines Kurzschlussversuches an einem Trenner.
1 = Sekundärspannung U_2.
2 = Sekundärstrom I_2.
3 = Primärstrom I_1.

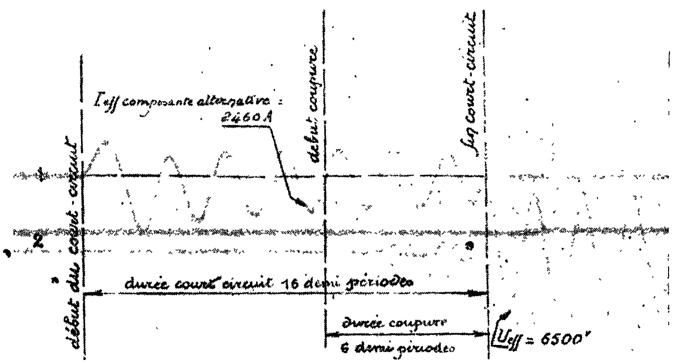


Fig. 8.
Oscillogramm einer Oelschalter-Abschaltung.
1 = Kurzschlusstrom I_{eff}.
2 = Phasenspannung U_{eff}.

geschaltet. Soll der Versuch mit einer andern als den direkt am Generator verfügbaren Spannungen erfolgen, so wird der Hochspannungs-Transformator benützt. Die Gruppe befindet sich dann für den Kurzschluss-Versuch bereit. Die verschiedenen Anlass-Operationen verlangen eine Zeit von ungefähr 10 Minuten. Mit Hilfe der ferngesteuerten Oelschalter wird nun der Asynchronmotor vom Netz abgetrennt und der Kurzschluss vollzogen, der durch den Versuchsschalter wieder geöffnet werden soll. Wie weiter oben bemerkt, kann die Auslösung des Versuchsschalters so frühzeitig erfolgen, dass derselbe den Kurzschluss, wenn gewünscht, schon während der ersten Halbwelle unterbricht. Die Verluste in der Maschine, im Transformator und im Kurzschlusslichtbogen werden durch die kinetische Energie des Rotors gedeckt, der dadurch einen geringen Geschwindigkeitsverlust erfährt. Dieser Verlust beträgt in der Regel nicht mehr als 3 %. Die grösste Kurzschlussleistung beträgt während der ersten Halbwelle 700000 kVA[3]) und nach Ausbau der Anlage mit dem zweiten Generator 1,4 Mill. kVA. Für die Abschaltversuche wird mit einer verfügbaren Kuzschlussleistung bei einem Generator von rund 500000 kVA gerechnet, welche sich ohne Zuhilfenahme besonderer Kunstgriffe regelmässig erreichen lässt und welche vorläufig ausreicht, um sämtliche kuranten Oelschaltermodelle bis zur Grenze

[3]) Für die Bestimmung der Abschaltleistungen wurde folgender Rechnungsgang angewendet nach den neuen Regeln des V. D. E. (Verband Deutscher Elektrotechniker):

Eff. Spannung 9000 V, eff. Wechselstrom 27 000 A.

Höchste Einschaltstromspitze $1{,}8\ (27\,000 \cdot \sqrt{2}) = 69\,000$ A (asymmetrisch).

Mittlerer Effektivwert aller drei Phasen: $27\,000 + 0{,}45\ (27\,000 \cdot \sqrt{2}) = 44\,000$ A.

Kurzschlussleistung in der ersten Halbwelle: $\sqrt{3} \cdot 9000 \cdot 44\,000 \cong 700\,000$ kVA.

Berücksichtigt man nach den Regeln des V. D. E. die Feldschwächung des Generators bis zum Beginn der Abschaltung mit dem Faktor 0,7, so berechnet sich die tatsächlich unterbrochene Leistung zu:

$$0{,}7 \cdot 700\,000 \cong 500\,000 \text{ kVA},$$

welche Leistungen in der Beschreibung erwähnt wurden.
Nach den Richtlinien des S. E. V. würde sich die Kurzschlussleistung berechnen zu:

$$\sqrt{3} \cdot 9000 \cdot 27\,000 = 420\,000 \text{ kVA}.$$

ihrer Verwendungsfähigkeit durchzuprüfen. Sie erlaubt auch die Prüfung der Mehrzahl der sog. Hochleistungsschalter. Sie ist natürlich mehr als genügend zur Durchführung systematischer Studien über die Leistungsunterbrechung, welche, wie eingangs erwähnt, die besondere Aufgabe solcher von den Fabriken errichteten Versuchsanlagen zu sein hat. Ausserdem ist vorgesehen, die ganze Installation zu verdoppeln, sobald sich dazu das Bedürfnis fühlbar macht.

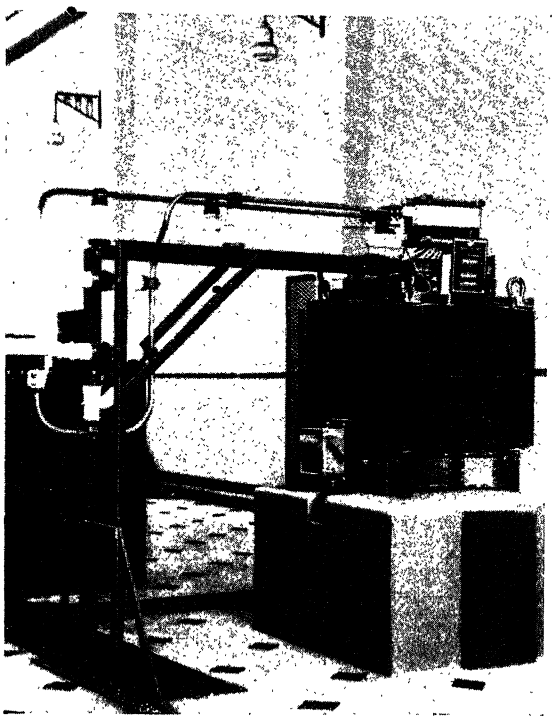


Fig. 9.
Kurzschlussversuch an einem Trenner.

Elektrodynamische Versuche.

Wie bereits erwähnt, enthält die Station auch einen Transformator, durch welchen die Generatorspannung auf 100 V herabtransformiert wird. Auf der Sekundärseite dieses Transformators können während 20 Sekunden 100000 A und während 3 Sekunden 250000 A bei 90 V abgenommen werden. Es berechnen sich daraus asymmetrische Spitzenwerte von 260000 bzw. 640000 A. Dieser Transformator erlaubt deshalb namentlich Erscheinungen elektrodynamischer Natur zu studieren, insbesondere das Verhalten von verschiedenen Arten von Kontakten bei hohen Strömen, die Widerstandsfähigkeit von Stützisolatoren usf., welche Elemente bekanntlich auch für das Gesamtverhalten von Hochleistungsschaltern von grosser Bedeutung sind. Erwähnen möchten wir auch das Studium der Einwirkungen von Kurzschlusströmen auf das Verhalten von Trennern, die Abstützung von Sammelschienen und dergl. Der Anlage wird ferner in absehbarer Zeit eine Gleichstromgruppe für Spannungen von 750, 1500 und 3000 V beigefügt werden zur Prüfung von Apparaten für elektrische Traktion.

Die automatische Gleichrichteranlage des Elektrizitätswerkes Basel im Dreispitz.

Von *Otto Oetiker*, dipl. Ingenieur, Basel.

621.312.64

Die Energieversorgung der Basler Strassenbahnen obliegt dem Elektrizitätswerk Basel. Im Jahre 1918 erstellte das E. W. Basel, da die zentral gelegene Umformerstation am Dolderweg nicht mehr genügte, eine der ersten vollautomatischen Umformerstationen des Kontinentes in Riehen; 1927 wurde diese durch einen mit dem ursprünglich installierten Einankerumformer parallel laufenden Quecksilberdampfgleichrichter erweitert. Die mit dieser Station gemachten guten Erfahrungen bewogen das E. W. Basel, auch seine neueste Umformerstation im Dreispitz mit vollautomatisch arbeitenden Quecksilberdampfgleichrichtern auszurüsten. Der Autor beschreibt die Installation und ihre Wirkungsweise.

Les tramways du canton de Bâle-Ville sont alimentés par le service électrique de Bâle. En 1919, comme la station centrale de convertisseurs du Dolderweg ne suffisait plus, le service électrique construisit à Riehen l'une des premières stations complètement automatiques du continent. En 1927, cette station fut complétée par l'adjonction d'un redresseur à vapeur de mercure marchant en parallèle avec la commutatrice installée primitivement. Les expériences encourageantes faites avec cette station ont engagé le service électrique de Bâle à équiper sa sous-station la plus récente, au «Dreispitz», uniquement avec des redresseurs à vapeur de mercure à fonctionnement automatique. L'auteur décrit cette installation et en explique le fonctionnement.

Die Versorgung der Basler Strassenbahnen mit elektrischer Energie ist Sache des Elektrizitätswerks und erfolgt gemäss nachstehendem Uebersichtsplan (Fig. 1). Ursprünglich war nur eine zentrale (im Innern der Stadt gelegene) Umformerstation am Dolderweg vorhanden. Mit der Verlängerung der städtischen Strassenbahn von Riehen nach Lörrach wurde im Jahre 1918 die an genannter Linie gelegene Umformerstation in Riehen erstellt [1]). Die anfänglich mit Bedienung gedachte Umformerstation, ausgerüstet mit einem 250 kW Einankerumformer, wurde aus wirtschaftlichen Gründen nachträglich vollautomatisch ausgebildet und war eine der ersten automatischen Umformerstationen auf dem Kontinent. Im Jahre 1927 wurde ein Quecksilberdampfgleichrichter Fabrikat BBC von 400 kW Leistung und 600 V Gleichstromspannung eingebaut, welcher ebenfalls vollautomatisch und einwandfrei mit dem Einankerumformer parallel arbeitet. Im normalen Betrieb arbeitet der Gleichrichter allein auf das Netz und der Einankerumformer dient als Reserve. Bei irgend einem Defekt im Gleichrichter, durch Kühlwasserunterbruch verursachte Uebertemperatur oder durch schlechtes Vacuum, wird der Gleichrichter aus- und der Einankerumformer automatisch eingeschaltet. Bei Ueberlast (Spitzenlast) des Gleichrichters schaltet ein thermisches Relais den Einankerumformer zu und bei Rückgang der Belastung wieder ab. Dieses Relais besteht im wesentlichen aus einem in Oel getauchten Heizwiderstand, welcher an die Sekundärwicklung eines Stromwandlers angeschlossen ist. Thermoregulatoren dienen zum Zu- und Abschalten der Einheit. Diese Regulatoren werden vom Strom so beeinflusst, dass sie den Erwärmungsverhältnissen der zu schützenden Gruppe Rechnung tragen. Dank der natürlichen Zeitverzögerung des thermischen Relais wird ein allzufrühes, unerwünschtes Zu- und Abschalten der Gruppe verhindert.

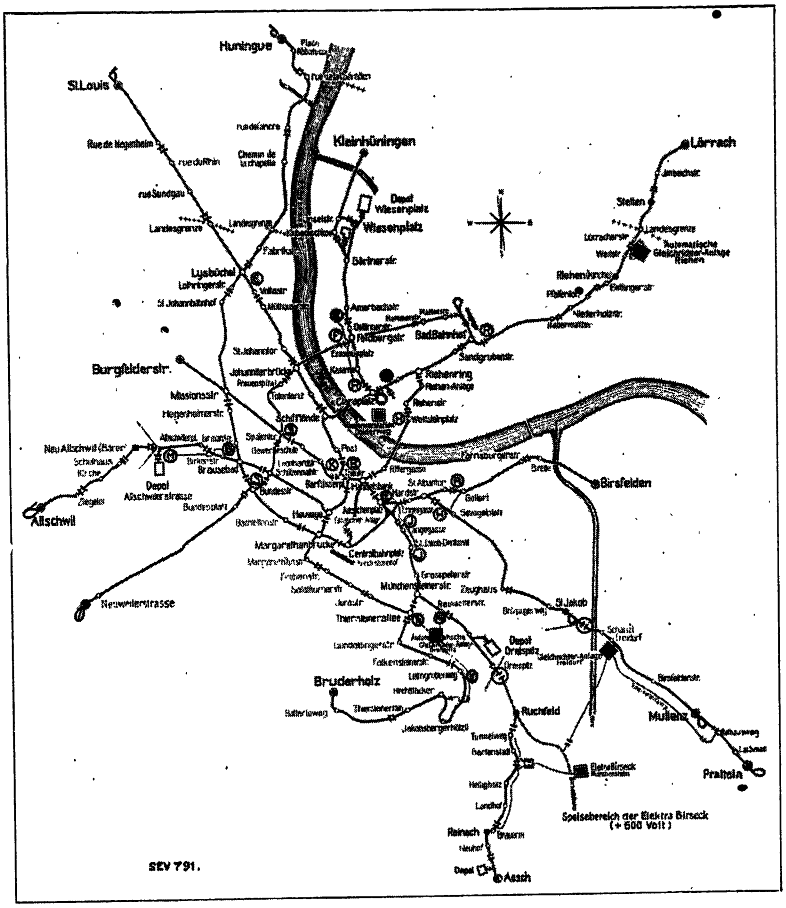


Fig. 1.
Uebersichtsplan der Stromverteilung.

Nachdem einerseits seit mehr als einem Jahre der Gleichrichter in Riehen gute Betriebserfahrungen ergab und anderseits auch eingehende Studien über die Spei-

1) Siehe BBC-Mitteilungen 1920, Heft 8.

sung des Basler Tramnetzes von einer zentralen Stelle (Umformerstation am Dolderweg) aus mittels Dreileitersystem gemacht worden sind, hat sich das Elektrizitätswerk entschlossen, der dezentralisierten Speisung in Gebieten mit grossem Stromverbrauch den Vorzug zu geben. Aus diesem Grunde wurde eine automatische Gleichrichterstation im Dreispitz erbaut, um vor allem die Spannungsverhältnisse der stark ansteigenden Bruderholzlinie zu verbessern.

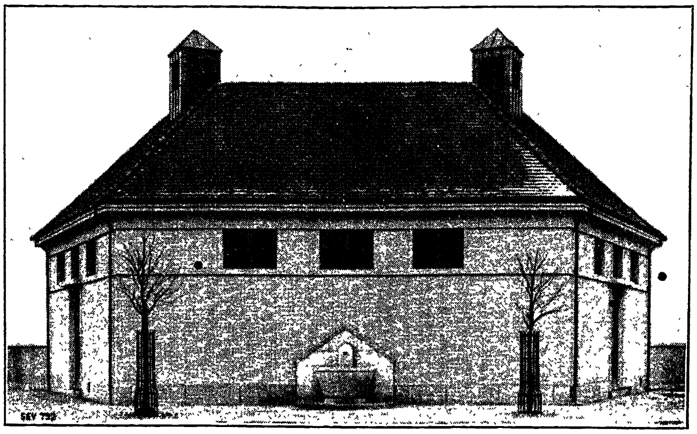


Fig. 2.
Ansicht der Transformatoren- und Gleichrichterstation im Dreispitz.

Die automatische Gleichrichteranlage liess sich mit einer Transformatoren- u. automatischen Induktionsregleranlage für die Konstanthaltung der Lichtspannung in zweckmässiger Weise kombinieren. Ueber die Details dieser Anlage soll im Rahmen dieser

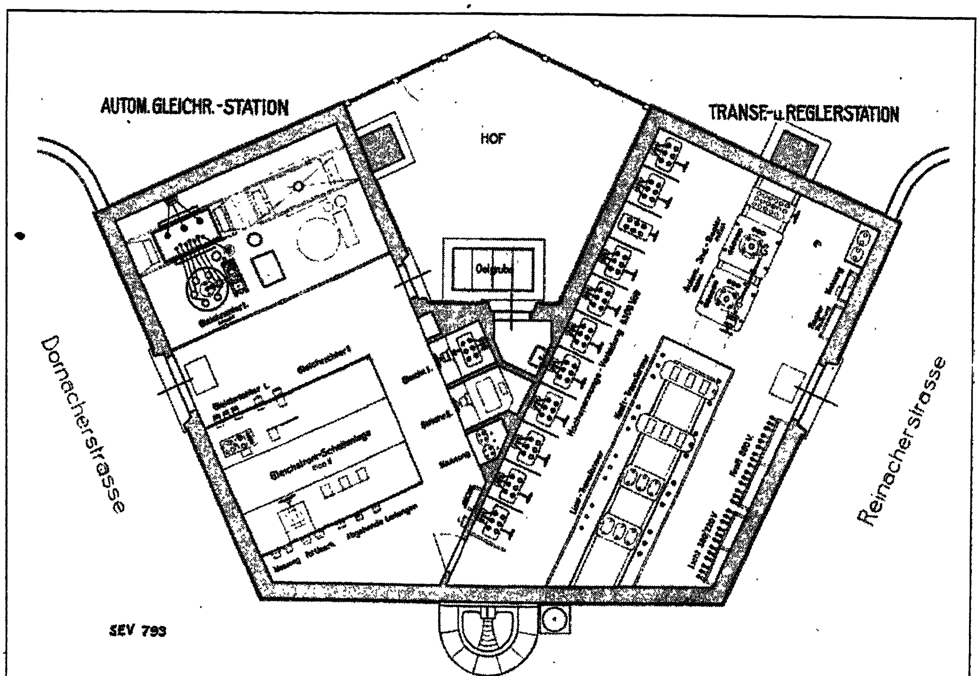


Fig. 3.
Grundriss der Transformatoren- und Gleichricherstation im Dreispitz.

kurzen Beschreibung nicht näher eingetreten werden. Die Gesamtansicht ist aus Fig. 2, die Grundrissdisposition der kombinierten Anlage aus Fig. 3 ersichtlich.

Wie aus dem Grundriss zu ersehen ist, enthält die Gleichrichteranlage im Vollausbau 2 Sechsphasen-Quecksilberdampf-Gleichrichter von je 400 kW Leistung und

für eine Gleichstromspannung von 600 V, sowie 5 abgehende Speiseleitungen, wovon vorläufig drei ausgebaut sind. Die dazugehörige Hochspannungsschaltanlage liess sich in einem dreieckförmigen Nebenraume zweckmässig unterbringen. Die Oelschalter sind einzeln in rauchsichern Kabinen montiert. Die Speisung erfolgt von den 6300 V Sammelschienen der unmittelbar angegliederten Regler- und Transformatorenstation aus. In einer anschliessenden Zelle sind die Messwandler und der Hilfstransformator untergebracht. Dieser Letztere liefert die Spannung von 380/220 V für die Speisung der Vacuumpumpe, der Motorantriebe, der Heizplatte, der Zünd- und Erregergruppe und 60 V für die Steuerung der Schaltapparate, sowie für die akustischen und optischen Signale.

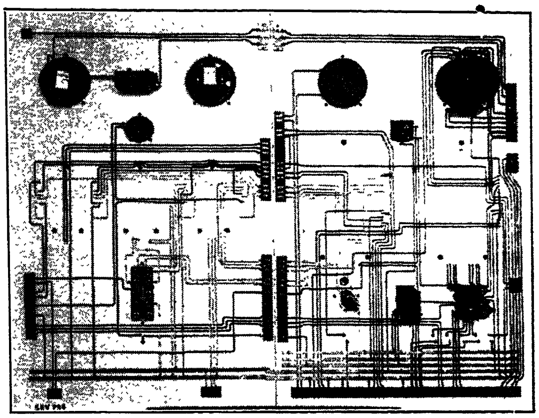


Fig. 4.
Leitungsführung auf der Rückseite der Gleichrichterschalttafeln.

Die Gleichstromschaltanlage ist zweireihig angeordnet. Die eine Reihe enthält sämtliche Apparate der Gleichrichtergruppen, die andere Reihe diejenigen für die Messung und Polumschaltung und der abgehenden Linien. Im dazwischenliegenden Bedienungsgang kann die ganze Anlage im Notfalle bequem von Hand bedient werden. Die für die automatische Steuerung erforderlichen Schaltapparate, sowie sämtliche Sicherungen der Hilfsstromkreise sind entgegen bestehender Praxis, zwecks besserer Zugänglichkeit und Uebersichtlichkeit, auf der Frontseite der Marmortafeln montiert. Durch diese Anordnung, sowie durch die Wahl verschiedenfarbiger Drähte für die einzelnen Stromkreise, konnte auch auf der Rückseite der Marmortafeln eine klare übersichtliche Leitungsführung erzielt werden. Diese Verlegungsart hat noch den weitern Vorteil, dass jede Schalttafel für sich in der Werkstätte anschlussfertig erstellt werden konnte. Die Rückansicht der beiden Gleichrichtertafeln zeigt Fig. 4, die Vorderansicht der nämlichen Tafeln veranschaulicht Fig. 5.

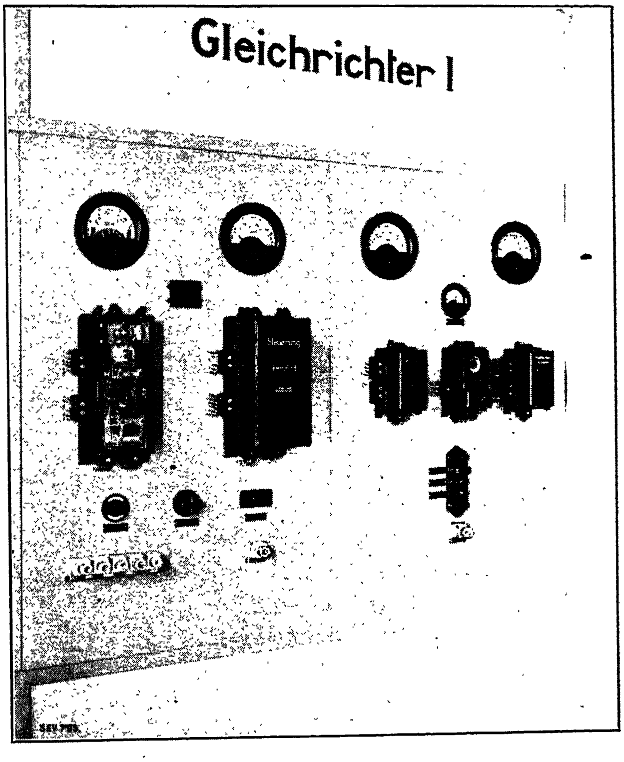


Fig. 5.
Vorderansicht der Schalttafeln für die Gleichrichtergruppe.

Die Dispositions- und Ausführungspläne sowie die gesamte Montage der Anlage sind vom Elektrizitätswerk der Stadt Basel ausgeführt worden. Der Gleichrichter sowie sämtliche für die Automatik notwendigen Apparate und Instrumente lieferte die Firma A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden.

Im folgenden sei die Anlage (Fig. 6) in ihrer Wirkungsweise in aller Kürze beschrieben, in der Annahme, dass es sich erübrigt, die Schalt- und Steuerapparate näher zu beschreiben.

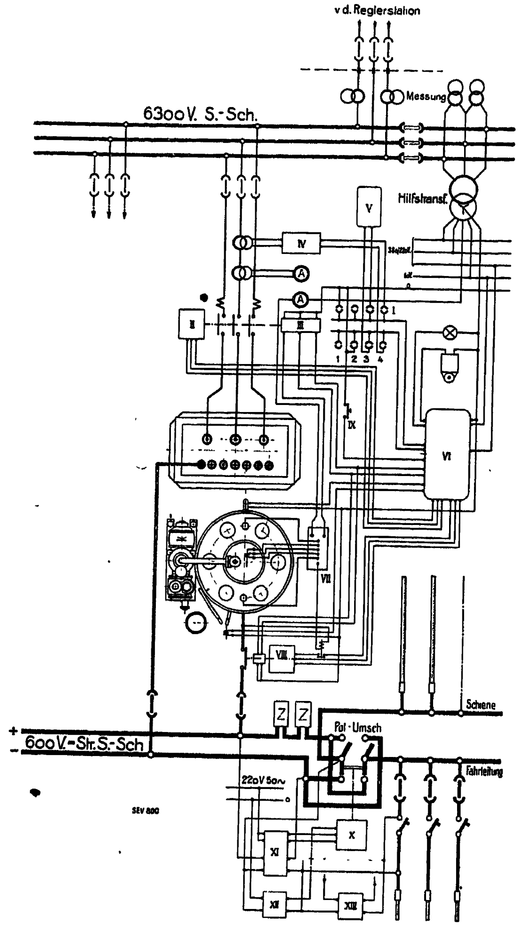


Fig. 6.
Generelles Schema der Gleichrichteranlage.

I = Wähler.
II = Oelschalterantrieb.
III = Hilfskontakte.
IV = Thermisches Relais.
V = Schaltuhr.
VI = Schaltapparat für die Steuerung.
VII = Zünd- und Erregervorrichtung.
VIII = Antrieb für Selbstschalter.
IX = Entriegelungs-Druckknopf.
X = Motorantrieb für Polumschalter.
XI = Polarisator.
XII = Nullspannnungsrelais.
XII = Verriegelungsrelais.

Betriebsbedingungen:
1. Gruppe dauernd in Betrieb.
2. Gruppe ausser Betrieb.
3. Steuerung durch Schaltuhr.
4. Steuerung durch thermisches Relais.

Der hochgespannte Drehstrom von 6300 V wird in der bereits beschriebenen Schaltanlage durch ein Kabel dem Transformator zugeführt, welcher den Dreiphasenwechselstrom in Sechsphasenwechselstrom umwandelt und die sechs Anoden des Quecksilberdampf-Gleichrichters speist. Der positive Pol (die Kathode) befindet sich im untern Teil des Rezipienten, währenddem der negative Pol den Sternpunkt des in Gabel geschalteten Transformators bildet. Die Verbindung zur Gleichstromverteilschalttafel erfolgt mittels Einleiterbleikabel. Die Gleichstromschaltanlage enthält sodann alles, was für die Gleichstromseite in Betracht kommt, nämlich die Selbstschalter, die Zünd- und Erregergruppe, die Apparatur der automatischen Polumschaltung und die diversen Relais und Instrumente. Einen wichtigen Bestandteil der Gleichrichtergruppe bilden die Apparate für die Herstellung der Luftleere im Gleichrichterzylinder von ca. $\frac{3}{1000}$ mm Quecksilbersäule. Diese besteht im wesentlichen aus einer Vorvacuumpumpe, ausgebildet als raschlaufende Kapselölluftpumpe mit zugehörigem Antriebsmotor und einer Hochvacuumpumpe in Form einer ruhenden Quecksilberdampfpumpe, in welcher mit Hilfe einer Heizplatte Quecksilber verdampft und durch Kühlwasser wieder kondensiert wird. Die Anordnung der Gleichrichtergruppe ist aus Fig. 7 ersichtlich.

Zur Messung des Vacuums ist ein direkt zeigendes Hitzdrahtvacuummeter eingebaut, das auf der Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit der Gase vom Druck beruht. Das Anlassen des Gleichrichters erfolgt durch Zündung eines Hilfslichtbogens zwischen der Zündanode und der Kathode (positiver Pol) mittels Wechselstrom. Da bei Bahnbetrieb die Belastungen nicht selten auf Null sinken, so wäre ein Auslöschen des Hauptlichtbogens unvermeidlich. Um den Gleichrichter trotzdem dauernd in Betrieb zu halten, sind 2 Hilfsanoden eingebaut, welche die dauernde Aufrechterhaltung eines vom Hauptstrom unabhängigen Lichtbogens gewährleisten. Die ganze Anlass- und Erregervorrichtung ist auf einem gemeinschaftlichen Eisengestell angeordnet. Für die Kühlung des Gleichrichterzylinders und der Vorvacuumpumpe wird Frischwasser direkt aus dem städtischen Wasserleitungsnetz verwendet. Bei

ausgeschaltetem Gleichrichter wird der Wasserzufluss durch ein automatisch wirkendes Ventil geschlossen. Die Gleichrichtergruppe besitzt Selektiv-Auslösung, so wirkend, dass bei Rückzündung, d. h. bei Versagen der Ventilwirkung im Gleichrichterzylinder, welcher einem Transformatorenkurzschluss gleichkommt, nur die in Mitleidenschaft gezogene Gruppe ausschaltet.

Zur Verminderung der Korrosionsgefahr an den im Boden verlegten Gas-, Wasser- und Kabelleitungen durch vagabundierende Rückströme wurde eine automatische Polumschaltung eingebaut. Sobald in der bedienten Umformerstation am Dolderweg mittels Trennumschalter die Polarität von Schiene und Fahrleitung geändert wird, wird die Umpolung in den Umformerstationen Riehen und Dreispitz automatisch vor sich gehen. Voraussetzung ist dabei, dass diese Stationen mit der Umformerstation am Dolderweg parallel arbeiten. Ein Polarisator, bestehend aus 2 Spannungsspulen, wovon die eine von der Spannung der Umformerstation Dolderweg und die andere von der Sammelschienenspannung der automatischen Anlage abhängig ist, steuert den Motorantrieb eines zweipoligen Trennumschalters so, dass die Polarität der Sammelschiene der abgehenden Speiseleitungen mit der Polarität der Fahrleitungssammelschiene in der Umformerstation Dolderweg übereinstimmt. Ein zweites Relais, dessen Spannungsspule an die Fahrleitung einesteils und an die Sammelschiene der Speiseleitungen in der automatischen Station andernteils angeschlossen ist, verhindert bei falscher Polarität die Einschaltung der Speiseleitungsschalter. Ein Nullpunktspannungsrelais verhindert bei ausbleibender Primärspannung das Funktionieren des Motorantriebes des Polumschalters. Die Anordnung des Polumschaltfeldes im Zusammenhang mit den Speiseleitungsfeldern ist in der Rückansicht aus Fig. 8 ersichtlich.

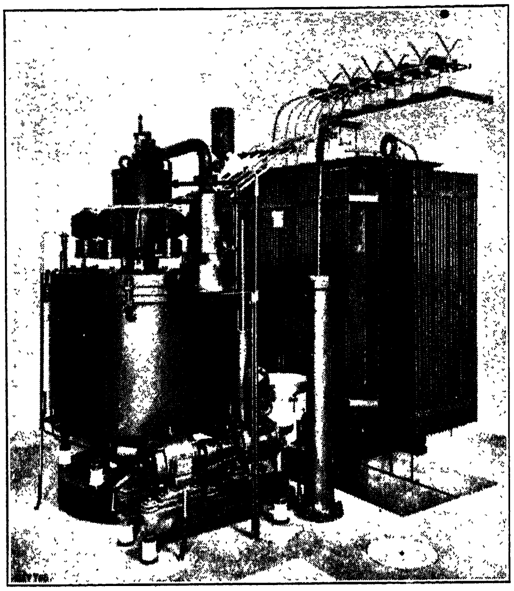


Fig. 7.
Gleichricher mit Vor- und Hochvakuumpumpe un Transformator.

Die Anlage kann durch entsprechendes Stecken am Wählerschalter den folgenden Bedingungen genügen:

Inbetrieb- bzw. Ausserbetriebsetzung der Anlage willkürlich „von Hand".

Ein- und Ausschalten der Anlage durch Einstellen eines bestimmten Zeitabschnittes einer Schaltuhr.

Einschalten der andern Gruppe (voller Ausbau) bei Ueberlast mittels thermischem Relais, oder bei einer Störung der bereits sich im Betrieb befindlichen Gruppe.

Zum eigentlichen automatischen Betrieb der Gleichrichtergruppe sind im wesentlichen nur 2 Schaltapparate erforderlich, nämlich für die Steuerung des Oelschalters und des Kathodenschalters einerseits und für die automatische Steuerung des Luftpumpenaggregates anderseits.

Die Aufgabe des Schaltapparates für die Steuerung besteht in folgendem:

Die Gleichrichtergruppe entsprechend der gewählten Schaltbedingung zu steuern.

Bei misslungenem Einschaltbefehl (Störung) ein akustisches Signal zu betätigen, sowie bei einer Störung am Gleichrichter (Ueberschreiten einer gewissen Temperatur oder Unterbruch der Heizplatte) denselben zu blockieren und bei Vor-

handensein einer zweiten Gruppe dieselbe einzuschalten. Das akustische Signal benachrichtigt Personal im nahegelegenen Tramdepot Dreispitz, von wo aus die Meldung telephonisch der Pikettstelle des Elektrizitätswerkes übermittelt wird. Ein optisches Signal in der Station macht sofort auf den Grund der Alarmierung aufmerksam. Eine Wiedereinschaltvorrichtung hat die Aufgabe, den Hochspannungsölschalter nach dem Auslösen durch Maximalstrom zu bestimmten Zeiten wieder zu schliessen und nach der fünften erfolglosen Einschaltung den Gleichrichter abzuschalten.

Dem Schaltapparat für das Luftpumpenaggregat fallen die folgenden Aufgaben zu:

Die Vorvacuumpumpe in Abhängigkeit vom Zustand des Vacuums ein- und auszuschalten.

Bei Ausbleiben des Kühlwassers, bei Unterbruch der Stromzufuhr zur Hochvacuumpumpe (Heizplatte) einer Kontrollstelle Meldung zu erstatten.

Nach Nullspannung oder nach einer vorgenannten Störung die Vorvacuumpumpe vorerst 15 Minuten und erst nachher die Hochvacuumpumpe gegebenenfalls wieder einzuschalten.

Die Blockiermöglichkeit der Gleichrichtergruppe durch das Vacuummessinstrument unmittelbar nach Nullspannung im Hilfsnetz zu verhindern.

Der Schaltapparat ist somit allen Anforderungen gewachsen, welche der nicht gerade einfache Betrieb eines Luftpumpenaggregates an ihn stellt. Er führt alle an das Aggregat gerichteten Befehle richtig aus und steuert es bei Störungen sicher und einwandfrei, unter gleichzeitiger Meldung der Vorgänge an die Kontrollstelle.

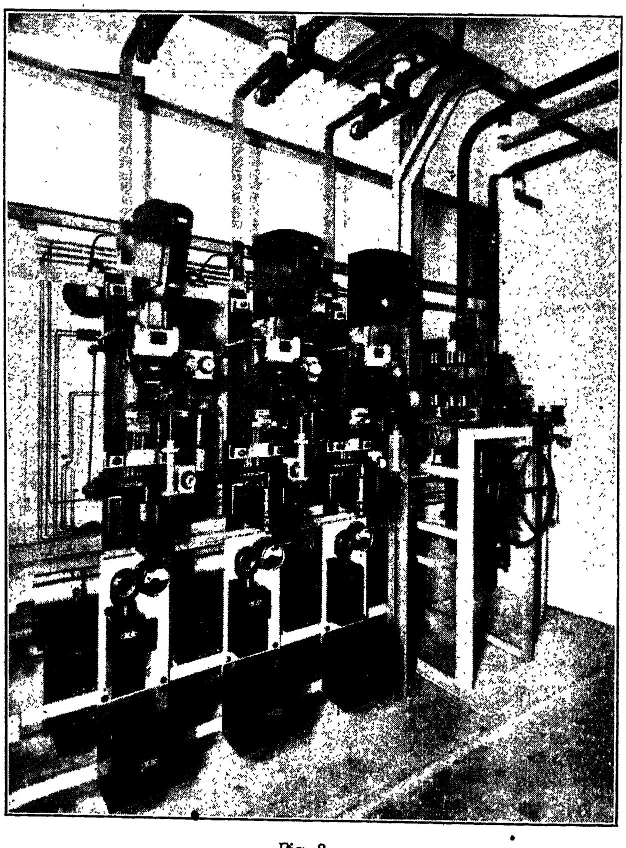


Fig. 8.
Rückansicht des Polumschaltfeldes und der abgehenden Linien.

Fig. 8 zeigt sodann auch die Anordnung der Apparate der Speiseleitungen auf der Rückseite der Schalttafel. Der Schaltapparat (Fig. 9 und 10) hat den Zweck, den Selbstschalter in Abhängigkeit vom Netzwiderstand zu steuern. Bei Kurzschluss oder unzulässig hoher Ueberlast wird der Selbstschalter trotz erhaltenem Einschaltbefehl nicht einschalten.

Der Apparat besteht aus: Einem Zeitrelais mit beliebiger Zeiteinstellung von 1 bis 15 Minuten mit zugehöriger Spannungsspule; einem Erdschlussprüfrelais, einstellbar von 50 bis 100 V Gleichstrom; einer Antriebsvorrichtung für den Antrieb der Erdschlusschützen und einer Antriebsvorrichtung zur Betätigung des Magnetantriebes des Speiseleitungsschalters über das Einschaltrelais mit Verzögerung, einstellbar von ca. 1 bis 10 Sekunden.

In dem Augenblick, in welchem dem Speiseleitungsschalter ein Einschaltbefehl gegeben wird, beginnt das Zeitrelais zu laufen, der Prüfschütz wird er-

regt, dieser letztere schaltet den Prüfwiderstand ein, das Prüfrelais kommt unter Spannung. Ergibt der Prüfwiderstand zulässige Werte, so setzt das Erdschlussprüfrelais die Antriebsvorrichtung zur Einschaltung des Selbstschalters in Gang.

Wenn die Netzkonstellation so ist, dass der Speiseschalter nicht eingeschaltet werden darf (Kurzschluss auf der Fahrleitung oder allzuhohe Ueberlast), so wird ebenfalls das Zeitrelais wie die Antriebsvorrichtung des Schaltschützen unter Spannung kommen; in Zeitabständen von je einer Minute wird der Erdschlussprüfwiderstand eingeschaltet. Das Prüfrelais zieht jedoch nicht an. Das Spiel wiederholt sich so lange, bis die am Zeitrelais eingestellte Zeit abgelaufen ist, worauf die Speiseleitung blockiert und die Alarmstelle im Tramdepot aufmerksam gemacht wird. Ein optisches Signal in der Anlage lässt auf den ersten Blick den Ort der Störung erkennen.

Die beschriebenen Schaltapparate sind durchwegs in kräftigen, staubdicht abgeschlossenen Gussgehäusen untergebracht und so angeordnet, dass sie sehr bequem zugänglich sind. Jeder Schaltapparat weist eine eigene Antriebsvorrichtung auf, welche in der Hauptsache aus einem zweipoligen bewickelten Anker, der in einem, von einem kräftigen Stahlmagneten erzeugten konstanten Magnetfeld unter Einwirkung einer auf der Ankerachse montierten Spiralfeder schwingt. Diese Schwingungen sind synchron mit der Frequenz des Wechselstromnetzes, an das die Ankerwicklung angeschlossen ist. Die schwingende Bewegung des Ankers wird durch eine Klinkenvorrichtung in eine rotierende umgewandelt. Der Energieverbrauch beträgt für einen Schaltvorgang nur wenige Wattsekunden.

Wie bereits erwähnt, lässt sich die ganze Anlage bei Störungen bequem von Hand bedienen. Die Speiseleitungen lassen sich ebenfalls von Hand prüfen, durch Betätigung der Schaltschützen mittels Druckknopf und Beobachtung des Ausschlages an einem Ampèremeter im Stromkreis des Prüfwiderstandes. Bei zulässigen Werten des Prüfstromes wird alsdann der direkt darüber liegende Automat von Hand eingeschaltet. Bei Kurzschluss auf einer Leitung wird der zugehörige Automat ausschalten, unter gleichzeitiger Signalisierung der Störung an die Kontrollstelle im Tramdepot.

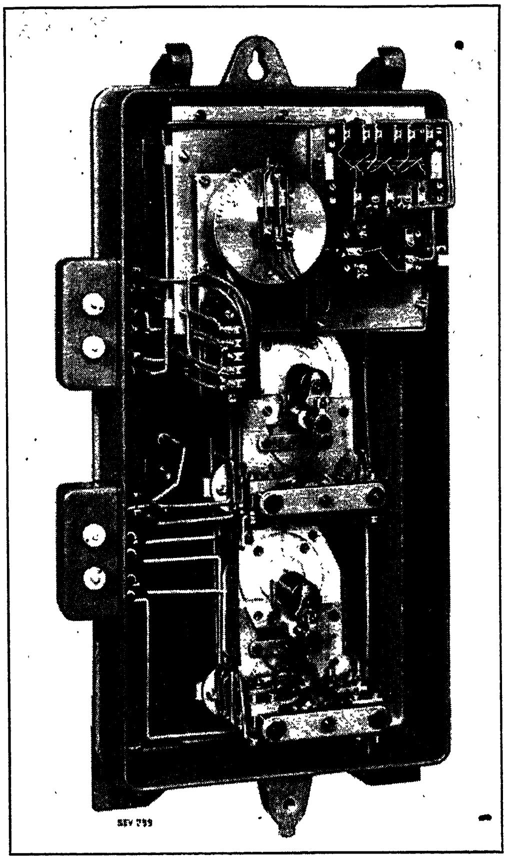


Fig. 9.
Ansicht des Schaltapparates (geöffnet) für die Steuerung der Speiseleitung mit automatischer Wiedereinschaltvorrichtung.

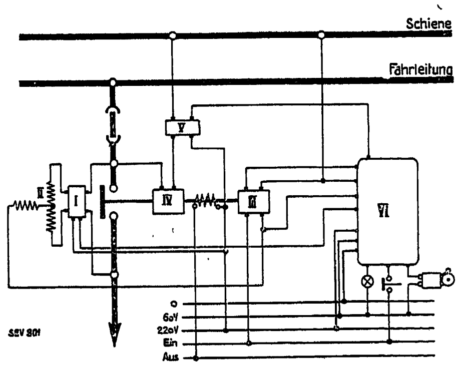


Fig. 10.
Generelles Schema der abgehenden Speiseleitung.

I = Schaltschütz.
II = Prüfwiderstand.
III = Hilfskontakte.
IV = Einschaltmagnet für den Selbstschalter.
V = Einschaltrelais.
VI = Schaltapparat mit Wiedereinschaltung.

Zum Schlusse der Beschreibung seien die Vorzüge, die ein Gleichrichter aufweist und die bei der Projektierung der Anlage im Dreispitz ausschlaggebend waren, in Kürze erwähnt: Hoher, bei allen Belastungen nahezu gleichbleibender Wirkungsgrad, einfache Inbetriebsetzung und Wartung, Unempfindlichkeit gegen hohe Belastungsstösse und Kurzschlüsse (zulässige Ueberlast während 10 Minuten 60 % seiner normalen Leistung und stossweise 100 %). Fortfall jeglicher Abnützung (da rotierende Teile fehlen), geringes Gewicht, kleiner Platzbedarf, Geräuschlosigkeit (was bei Anlagen in bewohnter Nachbarschaft nicht zu unterschätzen ist).

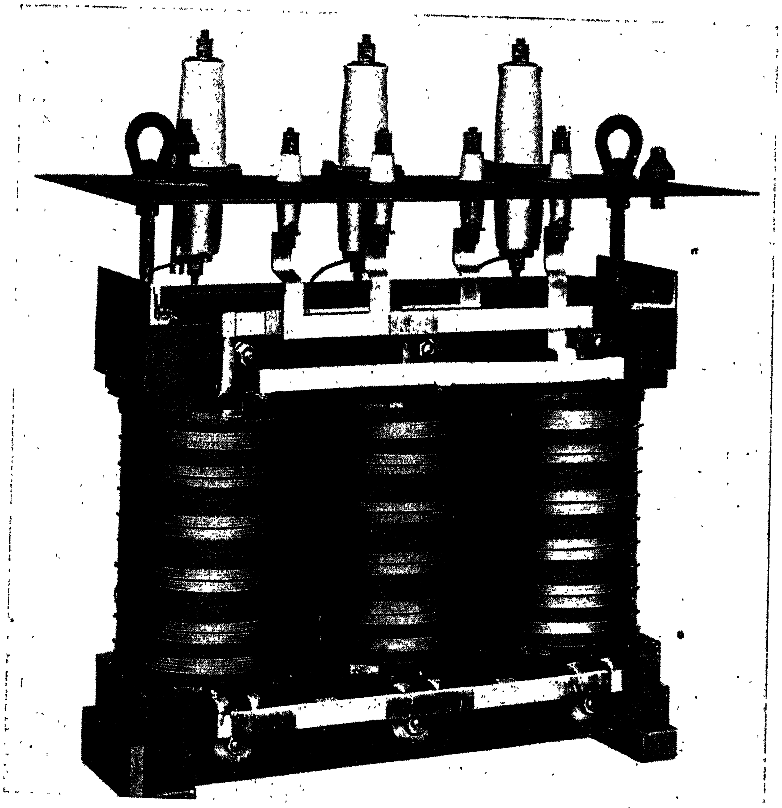
Die automatische Anlage ist unabhängig von der Geistesgegenwart und Zuverlässigkeit des Bedienungspersonals; die Apparate schalten zwangsläufig in der richtigen Reihenfolge, Irrtum oder verspätetes Eingreifen ist ausgeschlossen.

Es darf mit Zuversicht gesagt werden, dass eine mit den neuesten Steuerapparaten ausgerüstete bedienungslose Gleichrichteranlage allen Anforderungen in bezug auf Betriebssicherheit und Zweckmässigkeit Rechnung trägt.

Technische Mitteilungen. – Communications de nature technique.

Billige kleine Leistungstransformatoren. 621.314

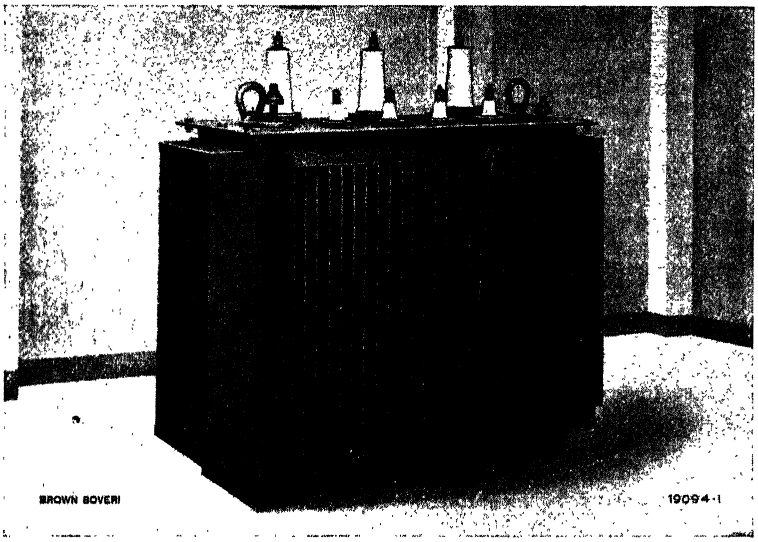
Bei kleinen Anlagen verursacht der Transformator gewöhnlich den grössten Teil der Transformator bei wechselnder Belastung möglichst gering, die Kosten des Unterhalts praktisch gleich Null sein. Ferner ist die Sicherheit



Kosten, teils durch seinen Anschaffungspreis, teils durch die erforderlichen Baukosten. Für den Betrieb müssen die Energieverluste im in mechanischer und elektrischer Hinsicht eine Hauptbedingung. Die Firma A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden, bringt seit mehreren Jahren

kleine Leistungstransformatoren auf den Markt, welche bei kleinsten Verlusten leicht und infolgedessen auch entsprechend billig sind und deren Bauhöhe durch spezielles Kurzhalten des im Oel befindlichen Teiles der Durchführungsisolatoren eine bemerkenswerte Verminderung erfuhr. Eine weitere Verkleinerung der Höhe kann durch Weglassen des Expansionsgefässes sowohl für Aufstellung in Innenräumen als auch für Aufstellung im Freien erreicht werden. Jahrzehntelange Erfahrung beweist, dass diese Massnahme für kleine Leistungstransformatoren unter Verwendung von vorzüglichem Transformatorenöl, wie es heute geliefert werden kann, ohne Bedenken zulässig ist. Da heute auf kleine Blindleistung immer grösserer Wert gelegt wird, wurde bei der Konstruktion dieser Transformatoren besonderer Wert auf kleine Blindleistung gelegt. Für Spannungen über 10 000 Volt wird auf Wunsch ein Anzapfungsschalter eingebaut, welcher bei forte charge. Pour parer au déficit de réserve qui en serait résulté, la ville de Genève a installé dans le courant de 1928 deux groupes Diesel-alternateurs. Ces machines, qui ont été mises en service l'automne dernier, ont une puissance unitaire de 3000 CV et une vitesse de 125 tours/minute. Les moteurs, à deux temps et quatre cylindres, sont de construction Sulzer Frères à Winterthour. Ils sont accouplés directement à un alternateur de 3000 kVA, dont l'inducteur tournant forme le volant indispensable à la régularité de la marche des moteurs. Ces alternateurs ont été construits par les Ateliers de Sécheron à Genève.

Les deux nouveaux groupes ont été logés dans la halle des machines de l'Usine à Vapeur située non loin du centre de la ville, afin de donner à cette installation un caractère de réserve indépendante, à mise en marche très rapide.



kürzestem Unterbruch eine leichte und rasche Umschaltung von einer Spannung auf die andere erlaubt. Einfache und solide Konstruktion zeichnet diese neuen Typen aus, was durch die mehreren tausend Stück bestätigt wird, welche in wenigen Jahren geliefert wurden und sich ohne Ausnahme vorzüglich bewähren.

Gg. Eichner.

Groupes Diesel-alternateurs du Service de l'Electricité de la ville de Genève[1]).

621.4:621.312(0064)

La puissance de pointe que les usines génératrices doivent fournir au réseau du Service de l'Electricité de la ville de Genève s'est élevée dès cet hiver à une valeur qui dépasse les disponibilités hydroélectriques, et les groupes thermiques de secours — turbines à vapeur — ont dû être mis à contribution pour fournir l'appoint d'énergie nécessaire pendant les heures de

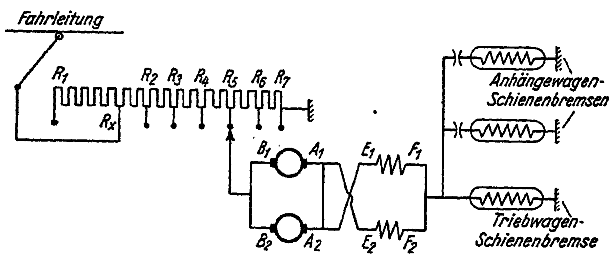
Voir aussi Bull. A. S. E. 1928, p. 228.

Neue Schienenbremsen bei elektrischen Strassenbahnen.

625.25

Die auf die Räder wirkenden Bremsklötze, mögen sie pneumatisch oder elektromagnetisch betätigt werden, haben den Nachteil, dass sie ein unter Umständen gefährliches Gleiten der Räder auf den Schienen hervorrufen können. Aber auch die aus diesem Grunde vielfach verwendeten Schienenbremsen arbeiten nur solange einwandfrei, als es sich um Gefälle handelt. Denn weil sie vom Kurzschlußstrom der Motoren abhängig sind, verringert sich ihre Wirkung mit der Motordrehzahl. Das Hinzufügen einer zweiten Wicklung, die in der letzten Bremsstellung vom Netzfrischstrom gespeist wird, ist eine ebenfalls unsichere Beigabe. Die Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft hat nun eine neue elektrische Schienenbremsung entwickelt. Wie die Figur zeigt, arbeitet der Kurzschlußstrom der Motoren ausser auf die an Erde liegenden Schienenbremsen noch auf die Widerstände R_1 bis R_7, im Bilde also auf R_5 bis R_7. R_7

ist bei Bremsung ebenfalls geerdet. Ausserdem wird in der letzten Bremsstellung Frischstrom bei R_x zugeführt, der zunächst bis R_5 geht, sich dort aber in einen unmittelbar zur Erde abfliessenden Teilstrom und einen zweiten über die Motoren und Schienenbremsen geerdeten verteilt.



Der die Anker der Motoren durchlaufende Frischstrom erzeugt dabei ein rückwirkendes Drehmoment, das die Bremsung unterstützt. Auch in den Schienenbremsen wirken Kurzschlußstrom und Frischstrom in gleichem Sinne. Die Schienenbremsen der Anhängewagen besitzen ebenfalls nur eine Wicklung, durch die wie bei dem Triebwagen Kurzschlußstrom und Frischstrom in gleicher Weise fliessen. Bezüglich der Kupplungen ist zu beachten, dass sich die Bremskupplungen der Triebwagen beim Abkuppeln der Anhänger selbsttätig schliessen und dabei den Stromkreis für Kurzschluss- und Frischstrombremse herstellen müssen. Die Kupplungen der Anhänger dürfen sich jedoch nicht selbst schliessen. *K. Trott*, Ing.

Prüfklemmen für Zähleranlagen.

621.317.2:621.374(0068)

Energieproduzent wie Konsument haben grosses Interesse am fehlerfreien Gange ihrer Messeinrichtungen. Daher werden alle Zähler-

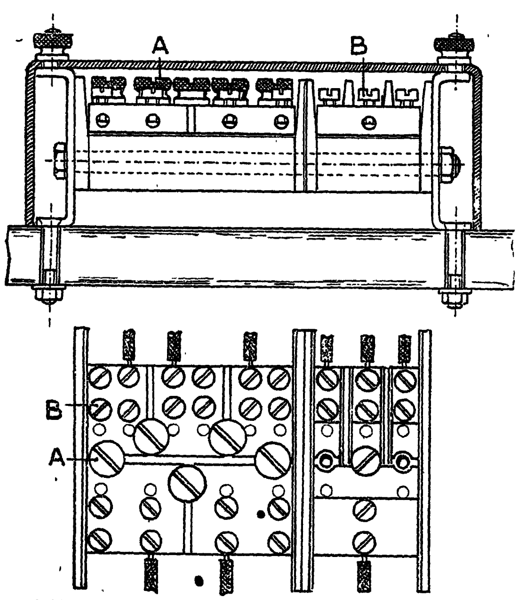


Fig. 1.

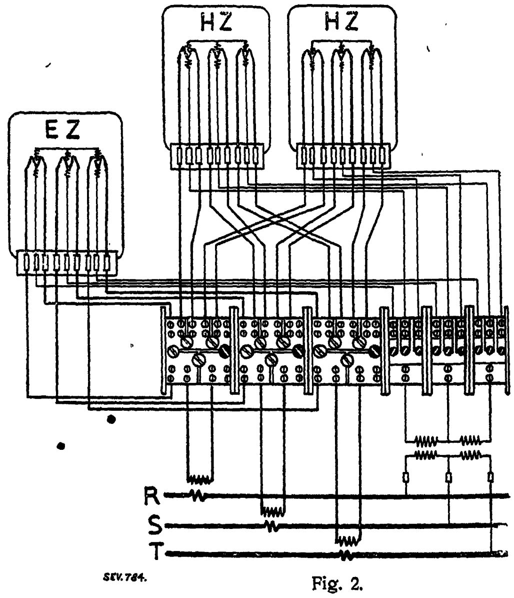


Fig. 2.

Kontaktschraube offen.

Kontaktschraube geschlossen.

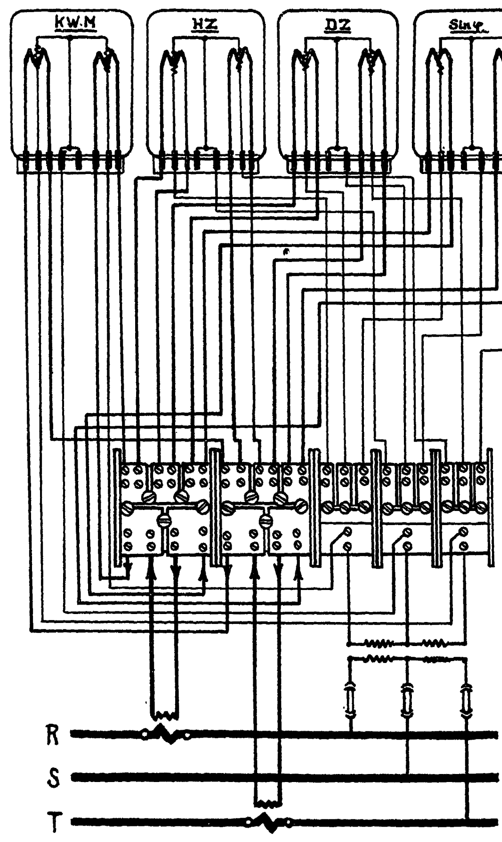


Fig. 3.

KWM = Kontrollwattmeter. DZ = Doppelzähler.
HZ = Hauptzähler. sin φ = sin φ Meter.

anlagen periodischen Nachprüfungen mit Eichzählern oder Leistungsmessern, wenn möglich an Ort und Stelle, unterzogen. Diese Kontrollmessungen erfordern stets einen bedeutenden Arbeitsaufwand für Herstellung neuer Verbindungen (Oeffnen und Schliessen der Messkreise, Kurzschliessen der Stromwandler usw.) und grosse Sorgfalt zur Vermeidung von Schaltfehlern.

Eine neuartige Prüfklemme (Fig. 1) gestattet den Anschluss beliebiger Kontrollinstrumente in der denkbar einfachsten und raschesten Weise und wird sich daher bei allen Elektrizitätswerken baldiger Beliebtheit erfreuen.

Die sehr einfach und zweckmässig durchgebildete Prüfklemme besteht in Strom- und Spannungselementen, welche für beliebig viele Messkreise kombiniert werden können. Die Herstellung der gewünschten Schaltanordnungen geschieht durch bequemes Festschrauben resp. durch ca. 4 mm weites Hochschrauben der Klemmen *A*. Die Klemmen *B* dienen dem Anschluss der Mess- und Kontrollinstrumente.

Die Fig. 2 zeigt die Verwendung dieser neuen ortsfesten Prüfklemme für eine Drehstromhochspannungsanlage mit zwei Hauptzählern (HZ) und einem kontrollweise angeschlossenen Eichzähler (EZ). Diese Prüfklemme wird durch die Firma J. J. Buser, Elektrisches Installationsmaterial, Basel, hergestellt und wird sicherlich an den diesjährigen Messen des In- und Auslandes grossem Interesse begegnen. Die Verkaufsfirma Grossauer, Windisch, wird an der diesjährigen Mustermesse Basel eine betriebsmässig ausgerüstete Zähleranlage, welche über solche «Normax»-Prüfklemmen angeschlossen ist, zeigen. Die Messinstrumente sind gemäss Fig. 3 mit Prüfklemmen und Messwandler verbunden. *F. Rüegg.*

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Geschäftsbericht des Aargauischen Elektrizitätswerkes über die Periode vom 1. Oktober 1927 bis 30. September 1928.

Der Energiekonsum ist in dem letztes Jahr erweiterten Konsumgebiete von 82 Millionen kWh auf 95,5 Millionen kWh gestiegen. Davon lieferten:

	10^6 kWh
die N. O. K.	65,73
das Kraftwerk Rheinfelden	12,57
das E. W. Olten-Aarburg	13,45
die Spinnerei Windisch	2,12
und die drei kleinen eigenen Kraftwerke	1,64

Die Leistung sämtlicher zur Erzeugung der Gebrauchsspannung dienenden Transformatoren betrug am Ende des Berichtsjahres 37 758 kVA. Die momentane Höchstbelastung betrug 20 400 kW.

Sieht man von der Beteiligung bei den N. O. K. (11,2 Millionen) ab, so betrugen die Betriebseinnahmen Fr. 5 785 467 und die Betriebsausgaben Fr. 4 050 851.

In letzterer Ziffer figuriert die Ausgabe für Energieankauf mit 3,23 Millionen und die Passivzinsen mit 0,226 Millionen. Der Reinertrag ist mit Ausnahme von Fr. 100 000, die in die Staatskasse flossen, ganz zu Abschreibungen und Einlagen in den Erneuerungs- und Amortisationsfonds verwendet worden.

Die Anlagen des Aargauischen Elektrizitätswerkes stehen heute nur noch mit 5 Millionen zu Buche.

Auch im verflossenen Jahre sind wesentliche Tarifreduktionen vorgenommen worden; der mittlere Verkaufspreis der kWh beträgt heute nur noch 6 Rp.

Energieproduktion Italiens [1]. 621.311(45)

In der «Energia Elettrica» vom Februar 1929 findet man die neuesten Angaben über die Energieproduktion von 178 italienischen Unternehmungen und 40 kommunalen Anlagen, die zur Statistik beitragen und 84 % der Gesamterzeugung an elektrischer Energie darstellen sollen. Laut diesen Angaben betrug:

	1927 10^6 kWh	1928 10^6 kWh
Die in den hydraulischen Anlagen erzeugte Energie . .	7008	7912
Die in den thermischen Anlagen erzeugte Energie . .	229	173
Aus der Schweiz importierte Energie	137	224.
Total	7374	8309

Die installierte Leistung betrug:

	Ende 1927 10^3 kW	Ende 1928 10^3 kW
In den hydraulischen Anlagen	2333	2609
In den thermischen Anlagen	507	583
Total	2840	3192

[1]) Siehe Bull. S. E. V. 1928, No. 20, S. 673.

Energiewirtschaft in Argentinien.

621.311(8)

Laut einem in der «Energia elettrica» erschienenen Berichte befinden sich in den verschiedenen Provinzen Argentiniens (mit Ausnahme von Buenos-Aires) Ende 1927 1266 Energieproduktionsanlagen mit einer Gesamtleistung von ca. 200 000 kW. Die Leistung der Gleichstromanlagen beträgt ca. 57 % der totalen, was sich dadurch erklärt, dass die einzelnen Kraftwerke in der grossen Mehrheit nur engbegrenzte Gebiete beliefern.

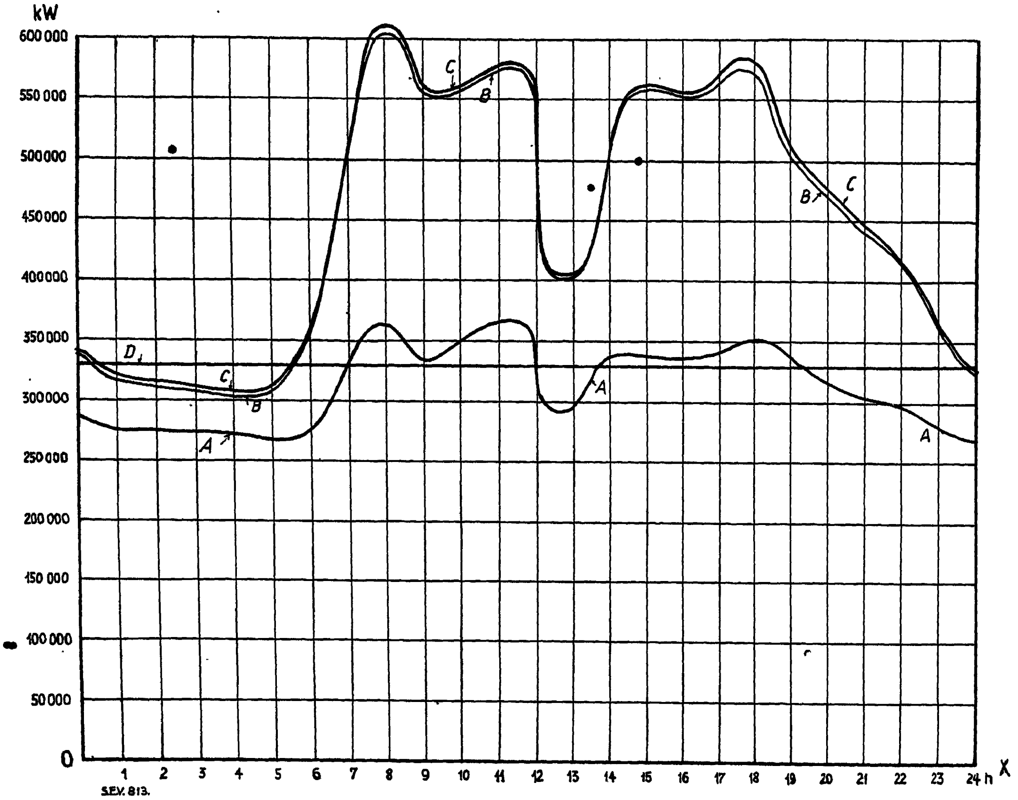
47 % der Totalleistung entfallen auf Dampferzeugung,
40 % auf Dieselanlagen,
13 % auf hydraulische Anlagen.

Ausserdem besass die Hauptstadt Buenos-Aires (2 Millionen Einwohner) 11 Kraftwerke mit einer Gesamtleistung von 435 000 kW. Von diesen sind nur drei bedeutend und hatten zusammen eine Leistung in Dampfturbinen von 421 000 kW. In die Erzeugung und Verteilung der Energie in Buenos-Aires teilen sich bekanntlich die Compañia Hispano-Americana und die Cie. Italo-Argentine.

Statistik des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke über die Energieproduktion.
Statistique de l'Union de Centrales Suisses concernant la production d'énergie.

[Umfassend die Elektrizitätswerke, welche in eigenen Erzeugungsanlagen über mehr als 1000 kW verfügen, d. h. ca. 97 % der Gesamtproduktion[1])].
Comprenant toutes les entreprises de distribution d'énergie disposant dans leurs usines génératrices de plus de 1000 kW, c. à d. env. 97 % de la production totale[2])].

Verlauf der wirklichen Gesamtbelastungen am 16. Januar 1929.
Diagramme journalier de la production totale le 16 janvier 1929.



Leistung der Flusskraftwerke	= OX÷A	=	Puissance utilisée dans les usines au fil de l'eau.
Leistung der Saisonspeicherwerke	= A÷B	=	Puissance utilisée dans les usines à réservoir saisonnier.
Leistung der kalorischen Anlagen und Energieeinfuhr	= B÷C	=	Puissance produite par les installations thermiques et importée.
Verfügbare Leistung der Flusskraftwerke (Tagesmittel)	= OX÷D	=	Puissance disponible (moyenne journalière) des usines au fil de l'eau.

Im Monat Januar 1929 wurden erzeugt: — *En janvier 1929 on a produit:*

In Flusskraftwerken	224,2 × 10⁶ kWh	dans les usines au fil de l'eau,
In Saisonspeicherwerken	81,7 × 10⁶ kWh	dans les usines à réservoir saisonnier,
In kalorischen Anlagen im Inland	0,7 × 10⁶ kWh	dans les installations thermiques suisses,
In ausländischen Anlagen (Wiedereinfuhr)	2,8 × 10⁶ kWh	dans des installations de l'étranger (réimportation)
Total	309,4 × 10⁶ kWh	au total.

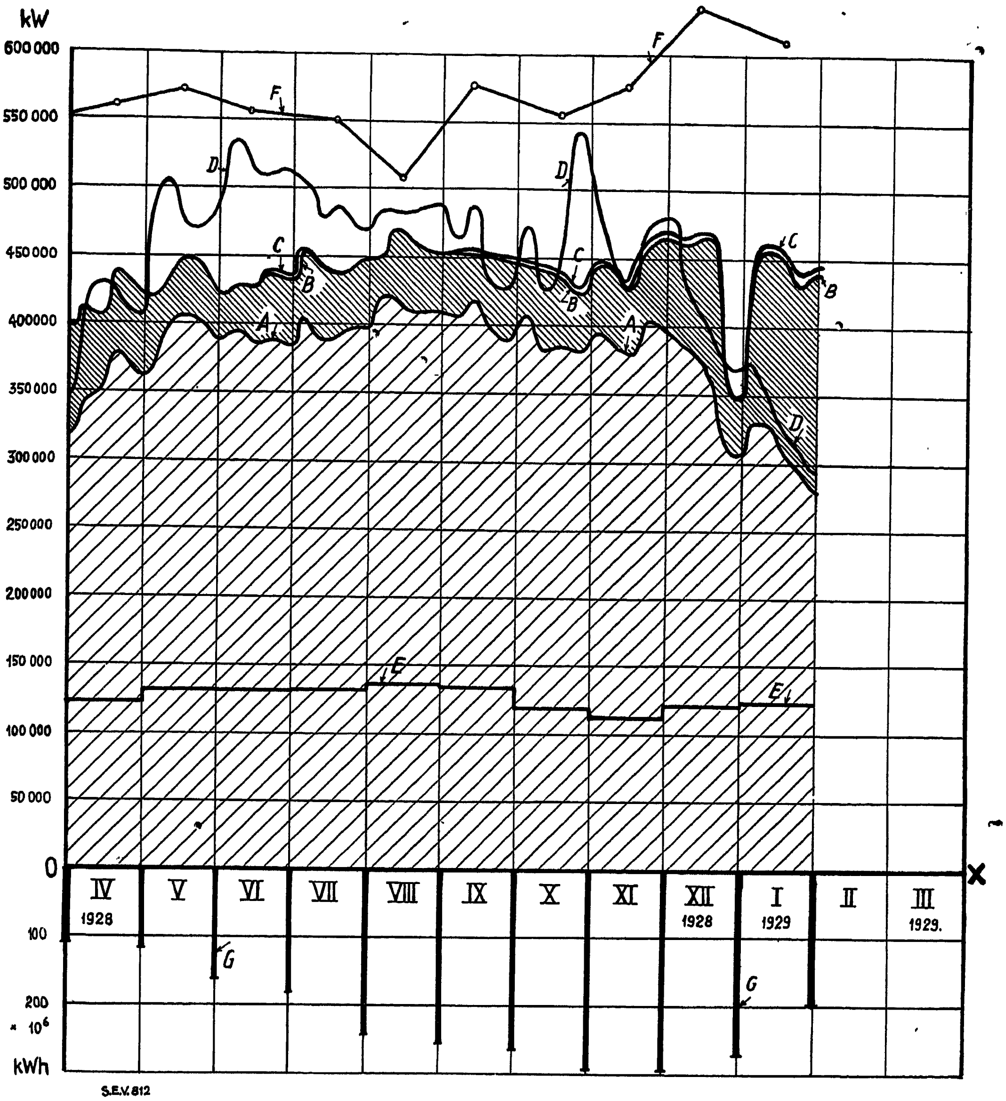
Die erzeugte Energie wurde angenähert wie folgt verwendet: — *L'énergie produite a été utilisée approximativement comme suit:*

Allgem. Zwecke (Licht, Kraft, Wärme im Haushalt, Gewerbe und Industrie).	ca.	177,4 × 10⁶ kWh	pour usage général (éclairage, force et applications thermiques dans les ménages, les métiers et les industries),
Bahnbetriebe	ca.	20,6 × 10⁶ kWh	pour les services de traction,
Chemische, metallurg. und therm. Spezialbetriebe	ca.	19,5 × 10⁶ kWh	pour chimie, métallurgie et électrothermie,
Ausfuhr	ca.	91,9 × 10⁶ kWh	pour l'exportation,
Total	ca.	309,4 × 10⁶ kWh	au total.

Davon sind in der Schweiz zu Abfallpreisen abgegeben worden: 26,7 × 10⁶ kWh ont été cédées à des prix de rebut en Suisse.

1) Nicht inbegriffen sind die Kraftwerke der Schweiz. Bundesbahnen und der industriellen Unternehmungen, welche die Energie nur für den Eigenbedarf erzeugen.
2) Ne sont pas comprises les usines des Chemins de Fer Fédéraux et des industriels produisant l'énergie pour leur propre compte.

Verlauf der zur Verfügung gestandenen und der beanspruchten Gesamtleistungen.
Diagramme représentant le total des puissances disponibles et des puissances utilisées.



Die Kurven *A, B, C* und *D* stellen die Tagesmittel aller Mittwoche, die Kurve *E* Monatsmittel dar.

Die Wochenerzeugung erreicht den 6,40 bis 6,43fachen Wert der Mittwocherzeugung. Das Mittel dieser Verhältniszahl ergibt sich zu 6,42.

Les lignes *A, B, C, D* représentent les moyennes journalières de tous les mercredis, la ligne *E* la moyenne mensuelle.

La production hebdomadaire est de 6,40 à 6,43 fois plus grande que celle des mercredis. La valeur moyenne de ce coefficient est de 6,42.

In Flusskraftwerken ausgenützte Leistung	= $OX \div A$ =	Puissance utilisée dans les usines au fil de l'eau.
In Saisonspeicherwerken erzeugte Leistung	= $A \div B$ =	Puissance produite dans les usines à réservoir saisonnier.
Kalorisch erzeugte Leistung und Einfuhr aus ausländischen Kraftwerken	= $B \div C$ =	Puissance importée ou produite par les usines thermiques suisses.
Auf Grund des Wasserzuflusses in den Flusskraftwerken verfügbar gewesene Leistung	= $OX \div D$ =	Puissance disponible dans les usines au fil de l'eau.
Durch den Export absorbierte Leistung	= $OX \div E$ =	Puissance utilisée pour l'exportation.
An den der Mitte des Monates zunächst gelegenen Mittwochen aufgetretene Höchstleistungen	= $OX \div F$ =	Puissances maximums les mercredis les plus proches du 15 de chaque mois.
Anzahl der am Ende jeden Monats in den Saisonspeicherbecken vorrätig gewesenen Kilowattstunden	= $OX \div G$ =	Quantités d'énergie disponibles dans les réservoirs saisonniers à la fin de chaque mois.

Briefe an die Redaktion. — Communications à l'adresse de la rédaction.

Neue Methoden zur graphischen Bestimmung von Wechselstrom-Ortskurven von *Albert von Brunn,* Bull. S. E. V. 1929, No. 3, S. 65 u. ff.

Auf Seite 66, dritte Zeile von unten, soll es heissen: «Beziehen wir alle *Spannungs*vektoren der Leiterelemente ...»

Miscellanea.

Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique. Visite en Pologne. Le comité de direction de l'U. I. P. D. a l'intention de tenir une séance à Varsovie au mois de juillet prochain. Nos collègues polonais ont organisé à cette occasion une tournée en Pologne, dont le programme provisoire est le suivant:

Lundi, 8 juillet. Dans la matinée, arrivée à Varsovie.
Après-midi, promenade d'orientation.
Mardi, 9 juillet. Matin, séance du Comité de direction.
Après-midi, visite de la ville.
Soir, départ pour Lwow et le bassin pétrolier.
Mercredi, 10 juillet. Visite du bassin pétrolier.
Soir, départ pour Cracovie.
Jeudi, 11 juillet. Visite de la ville. Excursion aux salines de Wieliczka.
Soir, départ pour Zakopane.
Vendredi, 12 juillet. Matin, excursion aux environs de Zakopane.
Excursion en automobile dans les montagnes de Pieniny.
Soir, départ pour Katowice.
Samedi, 13 juillet. Visite de l'industrie silésienne.
Soir, départ pour Poznan.
Dimanche, 14 juillet. Visite de l'Exposition et de la ville.

Le voyage n'est pas strictement limité aux membres du Comité de direction. Chaque pays adhérent à l'Union pourra s'y faire représenter par quelques délégués supplémentaires; en particulier, les dames sont conviées à participer au voyage.

Pour tous renseignements complémentaires, on est prié de s'adresser directement au Zwiazek Elektrowni Polskich, 8, Kopernika, Warszawa (Pologne).

Personalnachrichten. Nach 40jähriger Tätigkeit ist per Ende 1928 Herr H. Kummler, Aarau, von der Geschäftsleitung der A.-G. Kummler & Matter in den Ruhestand getreten. Der Verwaltungsrat der genannten Firma ist hierauf wie folgt bestellt worden:

Präsident: Herr Max Ruoff-Jaeggli, dipl. Ingenieur, in Kilchberg-Zürich;
Vizepräsident: Herr Adolf Strelin, konsult. Ingenieur, in Kilchberg-Zürich.

Ferner wurde die Geschäftsleitung wie folgt bestellt und es übernimmt:

die kaufmännische Leitung: Herr Direktor Edwin Matter, in Aarau;
die technische Leitung: Herr Direktor Adolf Regenass, in Aarau.

Vereinsnachrichten.

Die an dieser Stelle erscheinenden Artikel sind, soweit sie nicht anderweitig gezeichnet sind, *offizielle Mitteilungen des Generalsekretariates des S. E. V. und V. S. E.*

Diskussionsversammlung des S. E. V. Wir machen die Mitglieder des S. E. V. nochmals auf die am 9. März 1929, 8.45 Uhr in Olten, Hotel «Schweizerhof», stattfindende Diskussionsversammlung des S. E. V. aufmerksam und wiederholen unsern Wunsch, dass diese Versammlung recht zahlreich besucht werden möchte.

Die Liste der Vorträge wie auch alle nähern Angaben sind aus dem Bulletin 1929, No. 4, Seite 124, ersichtlich.

Mitgliederbeiträge S. E. V. Wir machen hierdurch die Mitglieder des S. E. V. darauf aufmerksam, dass die Beiträge pro 1929 fällig sind. Der Beitrag für *Einzelmitglieder* beträgt unverändert Fr. 15.—, derjenige für *Jungmitglieder* Fr. 9.— und kann in der Schweiz mittels des beiliegenden Einzahlungsscheines (vom Ausland vorzugsweise mittels Postmandat) *bis spätestens Ende März* spesenfrei auf Postscheckkonto VIII 6133 einbezahlt werden. Nach diesem Termin nicht eingegangene Beiträge werden mit *Spesenzuschlag* per Nachnahme erhoben.

Die von der Generalversammlung des S.E.V. vom 17. Juni 1928 für die *Kollektivmitglieder* für 1929 festgesetzten Jahresbeiträge sind im Bulletin 1928, No. 15, Seite 504, enthalten und können von Postscheckkontoinhabern entsprechend der im Jahresheft 1929 enthaltenen Beitragsstufe spesenfrei auf vorgenanntes Konto überwiesen werden.

Sofort nach Eingang des Betrages erfolgt die Zustellung der diesjährigen Mitgliederkarte.

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke | REDAKTION Zürich 8, Seefeldstr. 301 | Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité

Verlag und Administration | Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G. Zürich 4, Stauffacherquai 36/38 | Editeur et Administration

XX. Jahrgang
XXe Année

Bulletin No. 6

März II
Mars II 1929

Fortschritte der Messinstrumententechnik in den letzten Jahren.

Von Prof. *A. Imhof,* Winterthur.

621.37 (09)

Der Autor gibt einen Ueberblick über die neuere Entwicklung der Technik elektrischer Messungen. Behandelt werden die modernen Methoden zur Messung hoher Spannungen, die Stromwandler, das Induktionsdynamometer und seine Anwendungen, die Fernmessmethoden, die Messung dielektrischer Verluste, die Registrierung von Messgrössen, die trägheitslosen Oscillographen und die Röhrenvoltmeter. Der Aufsatz ist mit vielen Literaturnachweisen versehen.

L'auteur donne un aperçu du développement le plus récent de la technique des mesures électriques. Il parle des méthodes modernes de mesure des hautes tensions, passe en revue les transformateurs d'intensité, le dynamomètre à induction et ses applications, les méthodes de mesure à distance, la détermination des pertes diélectriques, l'enregistrement des grandeurs mesurées, les oscillographes à inertie nulle et les voltmètres à triodes. L'article contient de nombreux renvois à la littérature technique.

Die letzten Jahre brachten eine Reihe achtbarer Fortschritte der Messinstrumententechnik und zeichneten Wege vor zu weiteren. Die Einflüsse der mächtig sich entfaltenden elektrischen Grosskraftübertragungen machten sich eben auch hier geltend. Einesteils sind es die sehr hohen Spannungen, welche Neuerungen verlangten, anderseits die bedeutenden Ströme, besonders die Kurzschlussströme, auf die man Rücksicht nehmen musste, und die grossen Maschineneinheiten forderten eine sorgfältig messende Kontrolle der elektrischen Grössen und der Temperaturen. Die Ueberwachung der Anlagen von zentralen Stellen aus brachte ein vermehrtes Bedürfnis nach Fernmessmöglichkeiten. Neue Instrumente verlangte auch die Hochfrequenztechnik.

Am augenfälligsten ist die Entwicklung der Hochspannungsmesstechnik gewesen und wird es in nächster Zeit noch sein. Es galt die Spannungswandler für Nennspannungen bis 220 kV zu entwickeln und allgemein die Messwandler für die Aufstellung im Freien zu bauen. Besondere Schwierigkeiten ergaben sich hierin nicht, nur steht der Aufwand an Material in keinem Verhältnis zu der kleinen, von diesen Transformatoren verlangten Sekundärleistung. Die Erbauer der Anlagen fragten immer wieder nach billigeren Messmöglichkeiten und einige solche haben sich geboten, wenn sie auch alle noch im Entwicklungsstadium sind.

Mit besonderem Nachdruck wurden in den letzten Jahren Apparate gesucht, welche die Spannungswandler ersetzen sollten. Drei Lösungen sind gefunden worden, die auf diesem Gebiete in den kommenden Jahren umwälzend wirken dürften. Diese Methoden beruhen alle darauf, zwischen Messleitung und Erde einen hohen Widerstand zu schalten und den durch diesen fliessenden, der Spannung proportionalen Strom oder eine Teilspannung zu messen, unterscheiden sich aber wesentlich

in der Wahl der Widerstände und in der Art der Strom- und Spannungsmessung. Das älteste System benützt den kapazitiven Widerstand. Der Ladestrom eines Kondensators, der der angelegten Spannung bei konstanter Frequenz proportional ist, wird mit Hilfe eines kleinen Stromwandlers gemessen. Als Kondensatoren dienen Kondensatordurchführungen; an einem der äussersten Metallbeläge derselben wird eine Messklemme zum Anschluss des Stromwandlers angebracht, dessen anderes Primär-Wicklungsende an Erde gelegt wird. Der Stromwandler übersetzt nach oben in der Grössenordnung 1 : 100. Verkettete Spannungen sind messbar durch Gegenschaltung zweier Wandler. Auch Leistungsmessungen sind möglich; da der Strom angenähert 90 Grad gegen die Spannung verschoben ist, sind Blindleistungsmesser zu verwenden. Die erreichbare Genauigkeit der Spannungsmessung wird zu 2 bis 3 % des Skalenendwertes angegeben, die der Leistungsmessung zu etwa 5 %. Wie genau die Durchführungen als Kondensatoren im Laufe der Zeit konstant bleiben, ist eine offene Frage; deren Kapazität ist auch eine Temperaturfunktion (Aenderung ca. 2,5 % pro 10° C.); die C-Messung wird, um zuverlässig zu sein, wohl noch besondere Kondensatoren verwenden müssen, die aber für den vorgesehenen Zweck in genügend wirtschaftlicher Bauart noch zu schaffen sind. In Europa ist diese Kapazitätsmethode vermutlich zuerst, vor etwa zehn Jahren, von Ing. Carlo Crosti in Mailand praktisch angewandt worden, ist aber erst später unter dem Namen C-Messung als Fabrikat von Siemens & Halske (Patent Siemens-Schuckert vom Jahre 1924) bekannt und von G. Keinath [1]) ausführlich untersucht worden. In den Vereinigten Staaten, wo grosser Genauigkeit und grosser Sekundärleistung weniger Bedeutung beigemessen wird, ist die Methode schon lange bekannt und in neuester Zeit zu viel grösserer Bedeutung gelangt als in Europa, weniger zu Messzwecken als zur Synchronisierung in Unterstationen bei Höchstspannungen. Das System der Westinghouse Electric & Mfg. Co.[2]) verwendet am Stromwandler sekundärseitig einen Resonanzkreis zur Erhöhung der ans Synchronoskop abgebbaren Leistung, die General Electric Co. verwendet einen Glühkathoden-Röhrenverstärker [3]).

Eine andere Lösung desselben Problems bedeutet der von Pfiffner erfundene Kaskadenspannungswandler [4]). Der dielektrische Widerstand der vorhin genannten Methode ist hier ersetzt durch einen induktiven Widerstand. Das wesentliche ist, dass der induktive Widerstand nicht durch eine Drosselspule, sondern durch eine Serie einzelner Drosselspulen mit je für sich geschlossenen magnetischen Kreisen besteht und die einzelnen Eisenkerne gegeneinander isoliert sind. Solche Einheiten werden je nach Spannungshöhe in mehr oder weniger grosser Zahl in Serie geschaltet. Ausgleichswicklungen sorgen für gleichmässige Spannungsverteilung. Der ganze Apparat bekommt in der Bauart von Siemens & Halske die Form einer kräftigen Säule (68 cm Durchmesser). Das Gehäuse der Drosselspulen besteht aus Porzellan. Die Genauigkeit entspricht den Forderungen der Klasse E & F; die Gewichte sind ganz erheblich kleiner als diejenigen gewöhnlicher Wandler.

Durch Trüb, Täuber & Co. wurde nach Vorschlägen des Verfassers [5]) ein Widerstandsspannungswandler entwickelt. Derselbe besteht aus gewickelten Präzisionswiderständen in einem säulenförmigen, ölgefüllten Isoliergefäss, die mit einem einpolig geerdeten Stromwandler in Reihe geschaltet sind. Die Widerstände führen bei sehr hohen Spannungen einen Strom von normalerweise nur 5 mA (wenn Nennspannung), bei niedrigeren Spannungen 7,5 ÷ 10 mA (Fig. 1). Das Gewicht eines solchen für Freiluftaufstellung bestimmten Wandlers zu 220 kV beträgt inklusive Oelfüllung nur ca. 450 kg, d. h. wenig mehr als eine Kondensatordurchführung für dieselbe Spannung. Wegen der völlig gleichmässigen Spannungsverteilung über die ganze Länge ist die Ueberschlagssicherheit eine ausserordentlich hohe, wegen dem rein Ohmschen Widerstand auch die Sprungwellensicherheit. Die Apparate gestatten sowohl Spannungsmessungen gegen Erde, wie auch, bei Zusammenschaltung zweier Wandler, gleichzeitige Messung verketteter Spannungen. Die Leistung

1) Die Zahlenhinweise beziehen sich auf das Literaturverzeichnis am Schlusse des Aufsatzes.

wird, entsprechend dem Bedarf der anzuschliessenden Geräte, normalerweise nicht über 15 VA pro Säule gesteigert, die Genauigkeit entspricht der Klasse F. Da die anzuschliessenden Messgeräte Stromwicklungen besitzen, Vorschaltwiderstände also wegfallen, ist auch deren Eigenverbrauch klein, weshalb die angegebene Leistung fast immer ausreicht. Die Leistungsmessung erfolgt mit Wirkleistungsmessern, die Parallelschaltung mit Synchronoskop oder Nullvoltmetern.

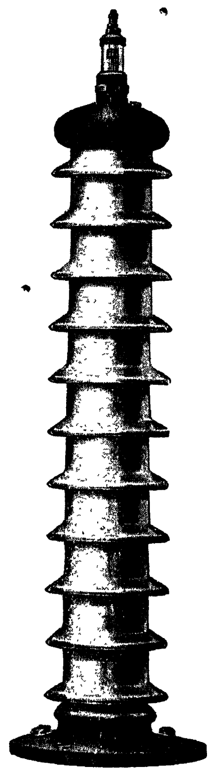


Fig. 1.
Ansicht eines Widerstandsspannungswandlers für 135 kV.

Es lag auf der Hand, die elektrostatischen Kräfte für Hochspannungsmessungen vermehrt heranzuziehen, wenn auch ältere Versuche wenig ermutigend waren. Insbesondere für die Erdschlusskontrolle und für den Gebrauch in Laboratorien sind tatsächlich brauchbare Lösungen gefunden worden, die sich durch niedrige Kosten und kleinen Raumbedarf auszeichnen. Die Fortschritte [6]) hierin sind folgende: Bei den Instrumenten mit Vorkondensatoren wurde erkannt, dass die Oberflächenisolation von Kondensator und Messystem eine hervorragende Rolle spielt und die Streukapazitäten gegen Erde wurden berücksichtigt, indem man sie konstant machte. Den elektrischen Anlagen angepasste Bauformen wurden entwickelt, die Durchschlagsfestigkeit wurde soweit erhöht, dass eine der frühern Schwächen elektrostatischer Instrumente, einen unsichern Punkt der Isolation zu bilden, nicht mehr besteht. Als Sicherungen werden sehr hochohmige Widerstände verwendet, oder für hohe Spannungen Goldfadensicherungen, bestehend aus einem auf Porzellan gebrannten Goldstreifchen, das, trotzdem es bei normaler Strombelastung etwa $^1/_2$ A aushält, in Serie mit einem Funken schon bei 1 mA durchbrennt. Für Laboratorien wurden einige bemerkenswerte statische Voltmeter ohne Vorkondensatoren bekannt: Als absolutes Präzisionsinstrument, verwendbar bis zu einigen hundert kV, die Druckgasspannungswage von Hartmann & Braun [7]), bei welcher das Messystem in auf 10–12 Atmosphären komprimiertem Stickstoff steht. Das Gegendrehmoment wird elektrodynamisch erzeugt; man benützt das Instrument so, dass immer das System in die Nullage gebracht wird. Die Ablesung ist optisch. Das Voltmeter von Trüb, Täuber & Co., eine wesentliche Verbesserung des Voltmeters von Abraham & Villard darstellend, für direkte Zeigerablesung gebaut bis 400 kV, für beliebige höhere Spannungen mit der Fernmessvorrichtung von Täuber-Gretler ausgerüstet. Dieses Instrument hat neuerdings Eingang gefunden zur Dosierung der Röntgenstrahlen. Eine an zwei Bändern aufgehängte leichte Schale wird von einer Gegenelektrode angezogen. Der Thomsonsche Schutzring ist sehr gross ausgebildet (Fig. 2). Aehnlich ist das Instrument von Starke und Schroeder [8]). Interessant ist auch das Voltmeter von Koch & Sterzel. Unter den elektrostatischen Dreiphasenerdschluss-Zeigern hat der mit drei Messsystemen ausgerüstete, bei Spannungen über 6 kV mit Vorkondensatoren versehene Dreizeigerapparat von Trüb, Täuber & Co. vielfache Verwendung gefunden. Bei Nennspannung und Symmetrie weisen alle drei Zeiger gegen den Instrumenten-Mittelpunkt, bei Ablenkung der Symmetrie entfernen sie sich daraus und die drei Spannungen sind einzeln ablesbar. Gegenüber andern Erdschlusszeigern ist dieses System ausserordentlich viel billiger, hat aber den Nachteil, keine Fernübertragung der Anzeige zu erlauben (Fig 3).

Für Hochspannungslaboratorien wurde allgemein von Nadelfunkenstrecken abgesehen und Kugelfunkenstrecken wurden eingeführt, die in Anbetracht der sehr hohen Spannungen beträchtliche Dimensionen annehmen können, so dass Präzisionskugeln von 750 und 1000 mm Durchmesser vorkommen. Am häufigsten ist die vertikale Axanordnung mit Distanzablesung an einer mit der geerdeten Kugel ver-

bundenen Skala, oder einer uhrförmigen Ablesevorrichtung mit beleuchteter Skala. Wo nach oben genügend Raum zur Verfügung steht, kann aber auch die horizontale Anordnung über dem Prüftransformator zweckmässig sein, mit Distanzablesung[9])

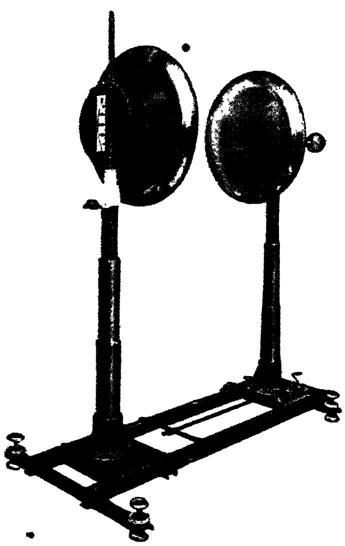


Fig. 2.
Elektrostatisches Voltmeter für 400 kV ohne Vorkondensator.

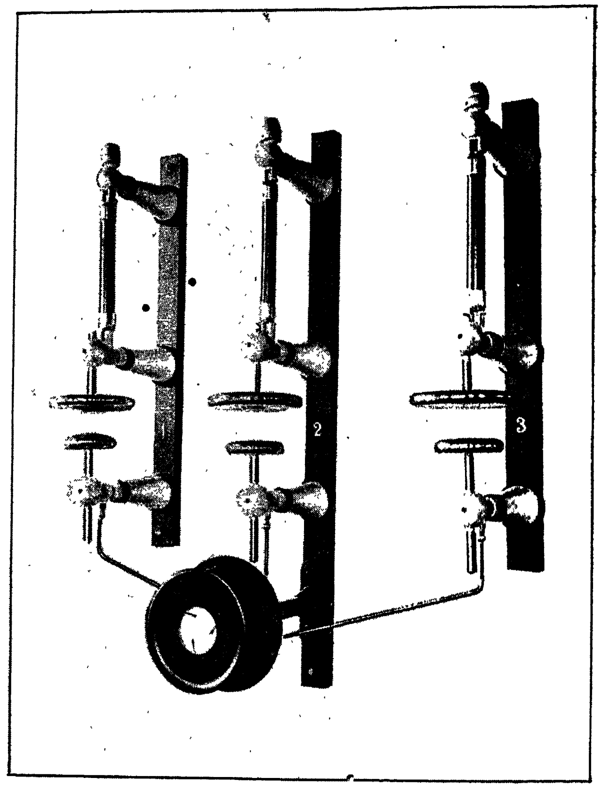


Fig. 3.
Statischer Dreiphasen-Erdschlusszeiger.

durch Projektion einer wandernden, als Diapositiv dienenden Skala und einer von der Funkenstrecke genügend entfernten Lichtquelle.

Zur *Strommessung* fanden die Stabstromwandler mehr und mehr Eingang, da sie sich bei den Höchstspannungen gut mit Kondensatordurchführungen zusammenbauen lassen. Während früher Stromstärken von etwa 500 A die unterste Grenze bildeten, ermöglichen die neuern Eisen-Nickel-Legierungen [10]) mit stark erhöhter Anfangs-Permeabilität, wesentlich tiefer zu gehen. Als solche Bleche kommen in Betracht die unter dem Namen μ-Metall, Permalloy und Hypernic bekannt gewordenen Erzeugnisse englischen und amerikanischen Ursprungs. Schon bei etwa 3000 Gauss werden die Magnetisierungskurven flach und schneiden diejenigen des normalen Eisens. Die Fabrikation wird allerdings erschwert durch das Erfordernis einer sehr heikeln Temperaturbehandlung. Die zu grosser Vollkommenheit entwickelten Kondensatordurchführungen sind für den Zusammenbau mit Stromwandlern besonders geeignet. Aber auch bei Niederspannung werden von Siemens & Halske Stromwandler-Ampèremeter in Zusammenbau, mit hoher Eisensättigung, gebaut, um dieselbe Unempfindlichkeit gegen sehr hohe Ueberströme zu erreichen.

Die hohen Spannungen haben aber auch im Stromwandlerbau einige interessante Neuerungen gebracht. Durch Verwendung von Kondensatordurchführungen als Isolation zwischen Eisenkern und Wicklung lassen sich gelegentlich bemerkenswter kleine Bauarten erreichen. Bemerkenswert ist der Querlochdurchführungsstrom-

wandler von Koch & Sterzel, der, ohne ein Einleiterwandler zu sein, kurzschlussfest ist. Verwendet wird ein Mantelkern; die Sekundärwicklung ist direkt um diesen gewickelt, darum herum schliesst sich eine Porzellanhülle, um welche, im Innern einer Porzellandurchführung, die Primärwicklung geschlungen ist. Deren eine Zuleitung kommt von der einen, die zweite von der andern Seite her in die Durchführung. Als Füllung zur Verhinderung des Glimmens eingeschlossener Luft dient graphitierter Quarzsand. Von derselben Firma und in ähnlicher Konstruktion (von Pfiffner) stammen die mehrstufigen Stromwandler, von denen die Sekundärwicklung des ersten Wandlers die Primärwicklung des zweiten speist, u.s.f. Wo Einstabwandler zu kleiner Ströme wegen nicht mehr anwendbar sind, dürften die Kaskadenwandler für hohe Spannungen am aussichtsreichsten sein.

Von verschiedenen Seiten, besonders eingehend aber durch Trüb, Täuber & Co., wurde das Induktionsdynamometer [11]) für praktische Zwecke weiter entwickelt. Dieses zu empfindlichen Wechselstrommessungen geeignete System erwies sich als sehr mannigfaltig verwendbar, so als Anzeigeinstrument in der Wechselstrombrücke, als Phasenindikator, Frequenzmesser, vermöge seiner hohen Empfindlichkeit auch als Anzeigeinstrument zum magnetischen Spannungsmesser. Besonders bedeutungsvoll ist die höchst einfache damit mögliche Fernübertragung von Zeigerstellungen geworden, wie sie zuerst mit Zuhilfenahme einer Kunstschaltung aus Kondensator und Drosselspulen im Drehspulenkreis durch H. Abraham (1911) vorgeschlagen wurde, in neuester Zeit von Täuber-Gretler [12]) wesentlich vereinfacht und vervollkommnet worden ist.

Das Induktionsdynamometer ist ein ferrodynamisches Instrument, also ein Dynamometer mit eisengeschlossenen magnetischen Kreisen, und weil für Wechselstrom bestimmt, mit lamelliertem Eisen. Der von den Feldspulen in der Drehspule induzierte Strom wird zur Erzeugung des Richtmomentes verwertet. Konstruktiv liegt der Schwerpunkt eines guten Instrumentes in der zweckmässigen Gestaltung des Eisenkörpers, um bei bequemer Herstellung einen möglichst streuungsfreien Kraftlinienweg zu erzielen. Dies wird am besten erreicht durch einen konzentrisch zum Kern angeordneten lamellierten Eisenring, in dessen Nuten die Feldwicklung eingesetzt ist. Wo die Unterbringung einer grossen Windungszahl wesentlich ist, wird trotz bedeutender Streuverluste die Hufeisenform gewählt.

Unter den Anwendungen des Induktionsdynamometers hat besonders die Widerstandsbrücke mit induktiven Zweigen technische Bedeutung erlangt, um die Temperatur von unter Hochspannung stehenden Wicklungen elektrischer Maschinen und Transformatoren zu messen. Fig. 4 stellt das Prinzipschema dar. Es handelt sich um eine Brückenschaltung, in welcher zwei der Brückenzweige durch die beiden sekundären Wicklungshälften eines kleinen Transformators gebildet werden, während die beiden andern Zweige je einen kleinen Transformator T und S enthalten. Beide sind elektrisch und magnetisch genau gleich. Der sogenannte Schutztransformator T speist sekundär das Messelement M, welches dadurch von der Brücke elektrisch isoliert ist. Das Messelement ist ein Widerstand, der z. B. in die Wicklung eines Hochspannungstransformators eingebaut werden kann, der Schutztransformator ist lediglich dementsprechend zu isolieren. S, als Vergleichstransformator aufzufassen, hat als sekundäre Belastung einen Widerstand R_2 aus

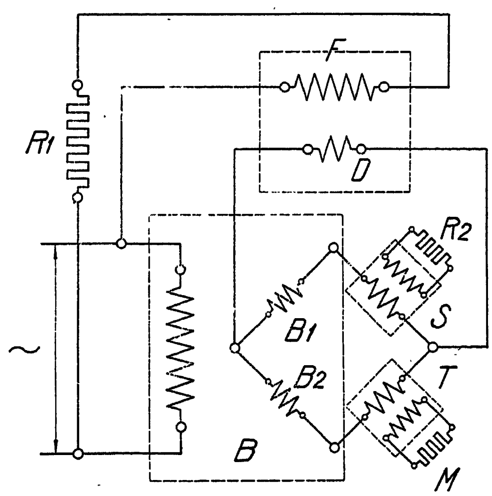


Fig. 4.
Prinzipschema einer Wechselstrom-Temperaturmessvorrichtung für Hochspannung.

Manganin- oder Konstantandraht, dessen Betrag gleich ist dem Widerstand des Messelementes für die mittlere zu messende Temperatur. Die Schaltung kann als ein Wechselstromdreileitersystem aufgefasst werden, in dessen Mittelleiter die Sekundärwicklung eines Transformators, nämlich die Drehspule D des Induktionsdynamometers, eingeschaltet ist. F ist die über den Vorschaltwiderstand R_1 gespeiste Feldwicklung des Induktionsdynamometers.

Eine weitere interessante Anwendung des Induktionsdynamometers in der Wechselstrombrücke ergibt sich, wenn statt des Schutztransformators und des Vergleichstransformators zwei einfache Drosselspulen verwendet werden. Wird die Induktivität der einen Drosselspule durch eine kurz geschlossene Spule verändert, so wird der Zustand der Brücke geändert. Der Apparat kann daher als empfindlicher Windungsschlussprüfer verwendet werden.

Als Frequenzmesser werden Feldwicklung und Drehspule parallel an die Spannung gelegt, wobei jeder Zweig noch eine Kapazität und einen Ohmschen Widerstand in Serie enthält und die Drehspule durch einen induktiven Widerstand geshuntet ist.

Seit kurzem folgten sich in der Literatur von verschiedenen Seiten Mitteilungen über Fernmessmethoden; es scheint, dass hiefür ein allgemeines Interesse erwacht ist. Diese Methoden gestatten auch die Summenmessung, z. B. die Summierung einzelner Wattmeterangaben und Anbringung des Ablesegerätes an entfernter Stelle. Das zuerst von Trüb, Täuber & Co.[13] (1922) herausgebrachte Fallbügelsystem wurde von Siemens & Halske[14] weiter entwickelt und mit dem sog. Erinnerungszeiger vervollkommnet. Durch einen Fallbügel wird der mit einem Kontakt versehene Zeiger des Geberinstrumentes periodisch auf einen Widerstand gedrückt, auf diesem ein dem Ausschlag entsprechendes Stück abgreifend. Der Erinnerungszeiger wird immer dann gegen den Widerstand gedrückt, wenn der Hauptzeiger wieder frei schwebend eine neue Stellung einnimmt. Die Empfangsgeräte sind Kreuzspul- oder Drehspulinstrumente, die in Funktion des abgegriffenen Widerstandes ausschlagen. Die Messung ist eine punktweise und daher nur beschränkt anwendbar. Von den Aronwerken wurde das mit Telewatt[15] bezeichnete Fernmesssystem entwickelt, das den Vorteil der kontinuierlichen und wohl auch genaueren Messung hat und keiner Hilfsspannung bedarf. Das Geberinstrument, sei es ein Strom-, Spannungs- oder Leistungsmesser, ist als fortlaufend rotierendes, also motorisches System gebaut und treibt einen hochempfindlichen Gleichstromgenerator an, der das Empfangsinstrument über die Fernleitung speist. Auch mit diesem System sind Summierungen durch Hintereinanderschaltung mehrerer Geberinstrumente möglich. Jedoch lassen sich damit nicht alle Fernmessprobleme lösen, da sich nicht jedes Messystem zur Hervorbringung einer rotierenden Bewegung eignet. Am allgemeinsten verwendbar ist wohl das von Trüb, Täuber & Co.[11,12] entwickelte Induktionsdynamometersystem. Geber und Empfangsinstrumente sind Induktionsdynamometer, wie das weiter oben beschriebene. Deren Feldspulen sind an dieselbe Wechselspannung angeschlossen, die Enden der einen Drehspule sind mit denjenigen der andern verbunden. Wird das eine System um einen Winkel $\mp \delta$ abgelenkt, so besteht für das andere System eine Gleichgewichtslage beim Ausschlag $\alpha = \pm \delta$. Eine Rückwirkung auf das mechanisch abgelenkte System ist nicht vorhanden, sich selbst überlassen, verharren beide Systeme in dieser Lage. Durch Hintereinanderschaltung der Drehspulen mehrerer Geber können Summierungen vorgenommen werden. In den Uebertragungsleitungen fliessen nur während der Zeigerstellungsänderungen Ströme. Jedes beliebige Messystem kann mit einem Gebersystem gekuppelt werden. Ein System der deutschen Telephonwerke und Kabel-Industrie A.G. arbeitet nach dem sogenannten Impuls-Zeit-Verfahren[17]. Weitere Systeme sind unter [18] und [19] beschrieben. Um gerecht zu urteilen, muss betont werden, dass die Amerikaner die meisten Fernmess-Systeme erheblich vor den europäischen Firmen geschaffen haben und die zahlreichen Systeme der letztern grösstenteils bewusste oder unbewusste Nachahmungen und Vervollkommnungen darstellen. Es

sei diesbezüglich besonders auf den „Annual Report of the Committee on Instruments and Measurements“ [20]) vom Jahre 1928 hingewiesen, der auch eine Bibliographie über messtechnische Literatur enthält.

Unter neueren Instrumenten für einzelne Sondermessungen ist das elektrodynamische Wattmeter zur Messung dielektrischer Verluste nach Täuber-Gretler [16]) bemerkenswert. Die Messeinrichtung ist gekennzeichnet durch die Verwendung eines hochempfindlichen elektrodynamischen Wattmeters mit zwei festen Wicklungen und einer an einem Bronceband aufgehängten Drehspule. Die eine der Feldspulen liegt über passende Vorwiderstände (mit induktiven, ohmschen und kapazitiven Beträgen) an den Klemmen der Unterspannungswicklung des Prüftransformators, währenddem die andere über einen veränderlichen induktionsfreien Widerstand *R* (Fig. 5) geschlossen ist. Beide Feldwicklungen sind induktiv sehr stark gekoppelt. Die Drehspule liegt in Reihe wahlweise mit einem verlustfreien Kondensator und dem Prüfobjekt. Die Messung der Leistungsaufnahme des Prüfobjektes und des Verlustwinkels geschieht durch Verändern des Widerstandes *R*. Zunächst wird der Fehlwinkel des Prüftransformators kompensiert, indem der Wattmeterzeiger durch Verändern von *R* in die Nullstellung gebracht wird. Nach Umschaltung auf das Prüfobjekt zeigt das Wattmeter die von ihm aufgenommene Leistung. Wird der Ausschlagwinkel dann durch verkleinern von *R* zum Verschwinden gebracht, so kann der Verlustwinkel aus dem eingestellten Wert für *R* und den Instrumentenkonstanten berechnet werden.

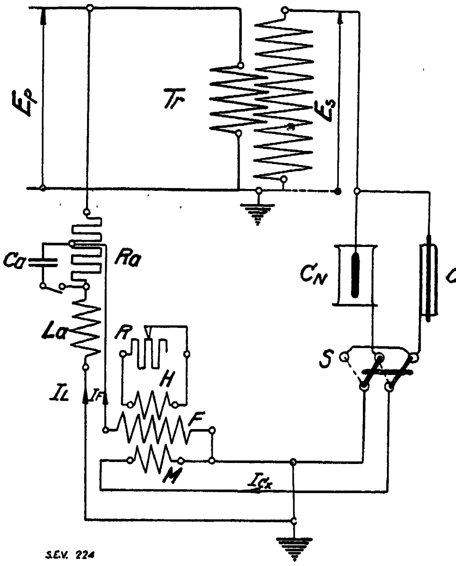


Fig. 5.
Schema zur Messung dielektrischer Verluste nach Täuber-Gretler.

Auf dem Gebiete der elektrischen Registrierinstrumente suchte man wirtschaftlicher vorzugehen, einmal durch Einführung kleinerer Registrierbreiten, wo dies zulässig ist, ferner durch Einführung der Doppelregistriersysteme. Dieselben besitzen nur ein Uhrwerk mit Papierführung, jedoch zwei oder mehr Messysteme. So z. B. werden Wirk- und Blindleistung oder Spannung und Frequenz auf demselben Papierband nebeneinander kontinuierlich registriert. Allerdings steht der einzelnen Messgrösse nur die halbe Registrierbreite zur Verfügung. Verzichtet man auf den Vorteil der kontinuierlichen Registrierung, so kann punktweise auf der ganzen Breite des Papiers gezeichnet werden. Mit den Doppelsystemen erreicht man nicht nur grössere Billigkeit, sondern es ist manchmal sehr erwünscht, zwei Messgrössen auf demselben Streifen verfolgen zu können, so namentlich Wirk- und Blindleistung. Die Unterscheidung zweier Kurven wird auch durch Siemens & Halske vorgenommen, indem das Verhältnis der Schreibzeiten beider Messysteme verschieden gewählt wird.

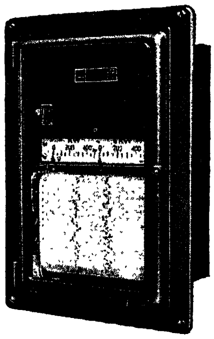


Fig. 6.
Registrierinstrument für Wirk- und Blindleistung.

Die letzten Jahre brachten ganz bedeutende Fortschritte im Bau der *Oscillographen*, namentlich der trägheitslosen Apparate, deren die Hochspannungstechnik bedarf.

Der Glimmlichtoscillograph wurde von Engelhardt & Gehrke bei der PTR im Jahre 1925 zusammen mit den Glühkathodenverstärkern verwendet, um den Nachteil seiner geringen Empfindlichkeit zu vermeiden. Damit wurden Klangkurven und

Durchschlagvorgänge beobachtet, mit Schwingungszahlen bis hinauf zu etwa 50000 Per/sec [21]. Rogowski & Flegler [22]) haben ihren Kathodenstrahl-Oscillographen ähnlich wie bei dem Dufour-Oscillograph mit einem Metallgehäuse versehen, in das die Entladungsröhre mündet und in das die photographischen Platten oder Filmstreifen gebracht werden. Das Filmband wird elektromagnetisch weitergeschaltet, so dass erst nach 20 Aufnahmen 6 mal 6 cm die Röhre neu gepumpt werden muss. Dieser Oscillograph wurde bis ins vergangene Jahr soweit entwickelt, dass er sich zu Forschungsarbeiten auf dem Gebiete der Wanderwellen und Durchschlagsvorgänge eignet. Bemerkenswert ist auch der von Gabor [23]) entwickelte Kathodenstrahl-Oscillograph mit drehbarer Wechselkassette, die durch Drehen eines Schliffes von aussen abwechselnd vier photographische Platten und einen Leuchtschirm vor die Entladungsröhre bringt und durch ein besonderes Elektronen-Kipprelais den Kathodenstrahl trägheitslos ein- und ausleitet. Damit ist es erst möglich geworden, den Kathodenstrahl rechtzeitig in Bewegung zu setzen, wenn z. B. infolge einer atmosphärischen Entladung eine Ueberspannung auf einer Freileitung auftritt. Im Auftrag des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (S. E. V.) hat sich K. Berger [24]) erfolgreich mit der Verbesserung des Kathodenstrahl-Oscillographen von Dufour abgegeben, um die Aufnahme von Gewittererscheinungen zu ermöglichen (Fig. 7). Durch ein Elektronenrelais wird ähnlich wie durch Gabor der Kathodenstrahl beim Auftreten der zu untersuchenden Erscheinung auf die photographische Platte gelenkt. Strahlsperrung und Filmkassette, vor allem aber das Entladerohr, haben wesentliche Verbesserungen erfahren. Die Filmtrommeln können ein Filmband von 15 cm Breite und 30 m Länge aufnehmen, so dass bei 15×10 cm Bildgrösse 300 Oscillogramme Platz finden. Die Sperrung ist derart vollkommen, dass z. B. ein Vorgang, der sich in weniger als einer zehntausendstel Sekunde abgespielt hat, auf dem Oscillogramm noch deutlich wahrgenommen werden kann, wenn der Oscillograph während einer halben Stunde vorher aufnahmebereit war. Das neue Entladerohr von Busch besitzt eine Abdeckung der innern Glaswand durch ein Metallrohr mit Anoden-Potential und vermeidet hiedurch starke Glaserwärmungen und äussere Feldeinflüsse und die Entladung ist stabiler. Das Entladerohr von Berger bedeutet insofern eine Verbesserung desjenigen von Busch, als es für mehrmals höhere Spannungen anwendbar ist, in der derzeitigen Ausführung bis 60 kV [25]). Durch Verwendung von Glühkathoden [26-28]) suchte man andernorts die Leistungsfähigkeit soweit zu steigern, dass die photographische Platte nicht mehr ins Vakuum gebracht werden müsste. Wegen der grossen Strahlenabsorption in der Glaswandung der Röhre ist man jedoch nicht ans Ziel gelangt.

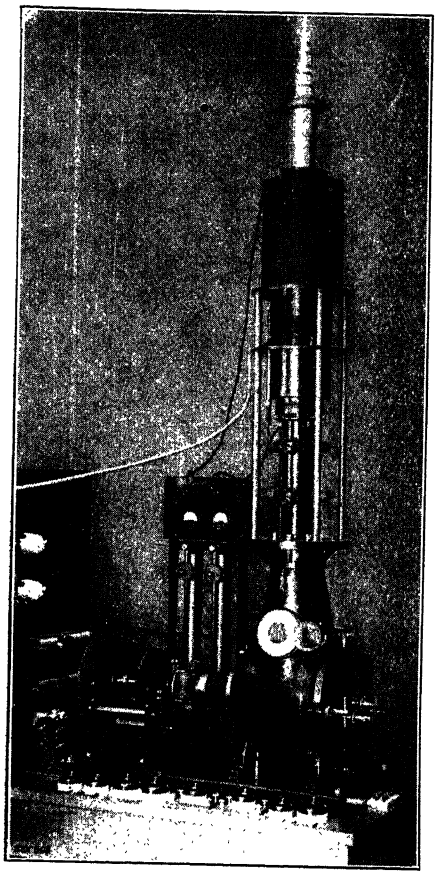


Fig. 7.
Kathodenstrahloscillograph des S. E. V.

Zur Messung sehr kurzzeitiger Ueberspannungen wurde der Klydonograph [29]) (Wellenschreiber) weiter entwickelt. Er beruht auf den Erscheinungen der altbekannten Lichtenbergschen Figuren (1777). Bei den heutigen Klydonographen der Westinghouse Co. läuft ein photographisches Filmband langsam über eine Metall-

walze. Durch den Deckel treten die Elektroden ein, welche als Spitzen über dem Film enden. Mit einem Spannungsteiler, der als Luftkondensator oder Kondensatordurchführung ausgebildet ist, wird die Spannung auf Höchstbeträge von etwa 18 kV heruntergesetzt. Die eine Elektrode gibt die positive, die andere die negative Lichtenbergsche Figur auf der photographischen Platte. Mit dem Apparat können folgende Feststellungen gemacht werden (aus Keinath, 3. Aufl., S. 434):

1. Die Zeit des Auftretens der Ueberspannung aus der Lage der Markierung auf dem Filmstreifen.
2. Polarität der Ueberspannung aus dem Charakter des Bildes.
3. Höhe der Ueberspannung aus der Länge der Strahlen.
4. Form der Wellenstirn.
5. Laufrichtung der Wanderwelle aus dem Vorzeichen der induzierten Wellen.
6. Zeitdifferenz zwischen zwei unmittelbar sich folgenden Entladungen aus der Begrenzungslinie zweier nacheinander aufgezeichneter Figuren. Zeitdifferenzen bis zu etwa 10–12 Sekunden.

Die Genauigkeit der Messungen beträgt nur etwa ± 25 %, aber gleichwohl ist der Apparat zur Erforschung der Ueberspannungserscheinungen ausserordentlich wertvoll geworden.

Einige Bedeutung haben in den letzten Jahren insbesondere für Hochfrequenzmessungen die Röhrenvoltmeter erlangt. Als neuesten Vertreter eines solchen beschreibt M. v. Ardenne ein empfindliches Röhrenvoltmeter für Hochfrequenz[30]), das nur eine Kapazität von 7,4 cm besitzt und noch Scheitelspannungen bis zu 0,03 V und mit Anodenstromkompensation noch Scheitelspannungen bis zu 0,003 V zu messen gestattet. Die Gleichrichtung erfolgt durch eine Röhre mit kleinem Durchgriff, deren Anodenwiderstand aus einem Widerstand von einigen Millionen Ohm und einem parallel liegenden Kondensator besteht. Das Röhrenvoltmeter von Hohage, das auf der Gleichrichtung eines Wechselstromes, der als Anodenspannung an eine Glühkathodenröhre angelegt wird, beruht, so aber wenig Anwendung erfahren hat, wurde in der Firma E. Haefely & Co. A.-G.[31]) für Hochspannungsmessungen verwendbar gemacht durch Hintereinanderschaltung der Röhre mit einer isolierten Kalotte der geerdeten Kugel einer Messfunkenstrecke, also mit einem Hochspannungskondensator kleiner Kapazität. Durch eine zweite Röhre, die in entgegengesetztem Sinne angeschaltet ist, erfolgt die Entladung der Kugel-Kalotte, während der nicht ausgenützten Halbwelle. Als Anzeigeinstrument dient ein Drehspulmilliampèremeter. Das Instrument misst Scheitelwerte. Zur Prüfung der Freileitungsisolatoren im Betrieb dient ebenfalls ein neues Röhrengerät, das unter dem Namen „Hescho-Messtange" weite Verbreitung gefunden hat[32]). Im weitern sei noch das Röhren-Elektrometer „Mekapion" für selbsttätige Einzel- und Dauermessungen, sowie Registrierungen erwähnt[33]).



Fig. 8.
Hescho-Messtange.

In der rein äusserlichen Aufmachung der Messinstrumente kann konstatiert werden, dass sich die Profilgehäuse allgemein stark durchgesetzt haben. Immer mehr werden gefallsüchtige, mit Nickelrändern versehene Zierleisten verpönt und machen einfachen schwarzen, gediegen wir-

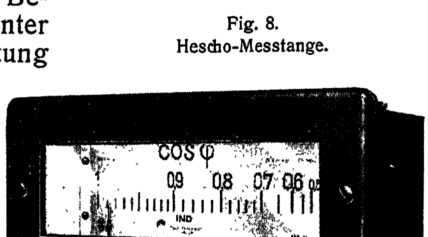


Fig. 9.
Cos φ-Meter in Flachprofilgehäuse.

kenden Umrahmungen Platz. Säuleninstrumente sind nicht mehr häufig. Ein Vorschlag der Voigt & Haeffner A.-G.[34]) geht auf die Verwendung von Instrumenten ohne Frontrahmen, wie sie für Manometer und dergleichen längst üblich sind. Hiemit soll an Raum gespart werden. Hartmann & Braun brachten Instrumente in den Handel, bei denen die Profilskala und die Zeigerfahne gross auf eine Wand projiziert werden[35]). Für viel zu liefernde tragbare Instrumente wird immer mehr ein Gehäuse aus Press-Isoliermaterial verwendet, da hiedurch die Fabrikation verbilligt und das Aussehen besser wird. Für die Messysteme kommen in steigendem Masse Spritzguss- und Pressteile zur Anwendung.

In einigen Staaten sind die Messgeräte nach zulässigen Messfehlern in bestimmte Gruppen klassifiziert worden.

Literatur-Verzeichnis.

1. *G. Keinath.* Die Verwendung von Kondensatordurchführungen zu Messzwecken. Siemens-Zeitschrift, Heft 10, S. 496, 1927.
   Ferner: Wechselspannungsmessung mit Messkondensatoren. Wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Siemens-Konzern Bd. 5, 2. Heft, 1926.
2. *E. E. Spracklen, D. E. Marshall and P. O. Langguth.* Condenser-type bushing, used with synchronizing equipment. Presented at the Winter Convention of the A.I.E.E., New York, Feb. 1928.
3. *T. A. E. Belt and N. Hoard.* Vacuum Tube Synchronizing Equipment. Presented at the Winter Convention of the A. I. E. E., New York, Feb. 1928.
4. *G. Keinath.* Die Technik der elektrischen Messgeräte. 3. Aufl., S. 575; ferner E.T.Z. 1926, S. 44; ferner Siemens Zeitschrift 1928, No. 11, S. 629. Spannungswandler in Kaskadenschaltung für höchste Spannungen.
5. *A. Imhof.* Ein neuer Spannungswandler. Bull. S. E. V. 1928, No. 23, S. 741.
   A. Imhof. Ein neuer Spannungswandler für Höchstspannungen. E. & M. 1928, No. 46, S. 1074.
6. *A. Imhof.* Neue elektrostatische Hochspannungsmessgeräte. S. T. Z. 1926, S. 497.
7. *G. Keinath.* Die Technik der elektrischen Messgeräte. 3. Aufl., S. 332.
8. *H. Starke und R. Schroeder.* Ein Elektrometer für Messung sehr hoher Gleich- und Wechselspannungen. Archiv für Elektrotechnik. 20. Bd., 1928, S. 115.
9. Eine optische Distanz-Messvorrichtung für Messfunkenstrecken. S. T. Z. 1928, S. 201.
10. Stromwandler mit Nickel-Eisen-Kernen. E. T. Z. 43, S. 1575, 1927; ferner 42, S. 137.
11. *Täuber-Gretler,* Zürich. Das Induktionsdynamometer. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G. 1926. Ferner: Dissertation. Ferner Bull. S. E. V. 1926, No. 12, S. 545.
12. *Täuber-Gretler.* Ein Beitrag zur elektrischen Fernmessung. S. T. Z. 1928, S. 273.
13. *A. Imhof.* S. T. Z. 1926, S. 503.
14. Siemens-Zeitschrift, 1928, S. 422.
    Bull. S. E. V. 1928, No. 3, S. 100 und No. 5, S. 180.
    M. Schleicher. Die neue Fernmess-Einrichtung der Siemens & Halske A.-G.
15. *W. Stern.* Die Fernmessung elektrischer Einzel- und Summenwerte. E. T. Z. 1928, S. 282.
16. *Täuber-Gretler.* Bull. S. E. V. 1927, No. 9, S. 543.
17. *Kurt Wilde.* Eine neue Fernmess-Methode für Ueberlagerung auf bestehenden Kraft- und Nachrichtenleitungen. E. & M. 1928, S. 1060.
18. *G. Keinath.* Einiges über elektrische Fernmessung. E. & M. 1928, S. 1058.
19. *M. Schleicher.* Die Fernmessung über hochspannungsseitig beeinflusste Schwachstromleitungen. E. & M. 1928, S. 1044.
20. Annual Report of the Committee on Instruments and Measurements, presented at the Summer Convention of the A. I. E. E. Denver, Colo., June, 25th to 29th 1928.
21. Zeitschrift für techn. Physik. 1925, S. 153 und 438 und 1926, S. 146.
22. Archiv für Elektrotechnik. Bd. 18, 1927, S. 510. E. T. Z. 1928, S. 227.
23. Archiv für Elektrotechnik. Bd. 18, 1927, S. 48.
    Ferner: Sonderheft der Forschungshefte der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen. 1927.
    Ferner: Forschungsheft 1 der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen, S. 38 – 42 u. 47 – 55.
24. *K. Berger.* Ueber die Weiterentwicklung des Kathodenstrahl-Oscillographen von Dufour, zur Ermöglichung der Aufnahme von Gewittererscheinungen, sowie anderer Vorgänge kürzester Dauer. Bull. S. E. V. 1928, No. 9, S. 292.
25. *K. Berger.* Der Kathodenstrahl-Oscillograph als Registrierinstrument, speziell für raschverlaufende Vorgänge. Bull. S. E. V. No. 21, 1928, S. 688.
26. Archiv für Elektrotechnik. Bd. 15, 1925, S. 377.
27. *W. Rogowski, E. Sommerfeld und W. Wohnau.* Empfindlicher Glühkathoden-Oscillograph für Innenaufnahmen in einem Vorvakuum. Archiv für Elektrotechnik. Bd. 20, 1928, S. 619.
28. *E. Sommerfeld.* Ueber einen Kathoden-Oscillographen hoher Spannungsempfindlichkeit. Archiv für Elektrotechnik. Bd. 20, 1928, S. 607.
29. *H. Müller.* Hescho-Mitteilungen 1926, Heft 27, S. 813.
    E. S. Lee and C. M. Foust. J. A. E. E. 1927, S. 149.

Müller-Hillebrand. Siemens-Zeitschrift 1927, S. 547.
G. Keinath. 3. Aufl., S. 426.
H. Müller. Hescho-Mitteilungen 1927, Heft 34.
Lee and Foust. General Electric Review, 1927, S. 135–145.
30. *Manfred von Ardenne.* Ein empfindliches Röhren-Voltmeter für Hochfrequenz. E.T.Z. 1928, S. 565.
31. Schweizer Patent No. 110309, Kl. 66a. 1925.
32. Druckschrift der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren G.m.b.H. Die Hescho-Messtange (D.R.P.) zur Ermittlung fehlerhafter Glieder in Isolatorenketten während des Betriebes.
33. *Siegmund Strauss.* Das Röhren-Elektrometer „Mekapion" für selbsttätige Einzel- und Dauermessungen sowie -Registrierungen. E. & M. 1928, S. 1083.
34. *Fr. Lindenstruth.* Neue Gesichtspunkte für die konstruktive Durchbildung von Schaltwänden und Schaltpulten. E.T.Z. 1928, S. 574.
35. Weitsichtdarstellung von Messgrössen durch Lichtzeiger. Elektro-Journal 1928, S. 334.

Fortschritte der Hochspannungstechnik in den letzten Jahren.

Von Prof. *A. Imhof,* Winterthur.

537.2(09)+621.319.37(09)+621.319.34(09)+621.319.4(09)+621.3(0068)

Der Autor erwähnt die neueren Durchschlagstheorien, macht Angaben über die Isoliermaterialien und geht auf die Hochspannungskabel und ihre Zubehörden ein. Ferner behandelt er die Neuerungen an Durchführungen, Stütz- und Hängeisolatoren und die modernen Einrichtungen von Hochspannungsprüflaboratorien. Am Schluss wird eine Uebersicht über die einschlägige Literatur gegeben.

L'auteur mentionne les théories modernes sur la décharge disruptive, donne des indications sur les matières isolantes, puis passe aux câbles à haute tension et à leurs accessoires. Il traite ensuite les innovations apportées aux traversées, aux isolateurs d'appui et de suspension pour lignes aériennes, enfin les installations modernes des laboratoires d'essai à haute tension. L'article se termine par une liste d'ouvrages et d'articles relatifs à ce domaine.

Die Bezeichnung „Hochspannungstechnik" ist eine sehr allgemeine, sie umfasst ausser den Hochspannungs-Isolatoren und -Kabeln auch viele Maschinen und Apparate. An dieser Stelle müssen wir das Thema enger begrenzen, da den genannten Einzelgebieten der Elektrotechnik im Bulletin des S.E.V. besondere Ueberblicke gewidmet sind. Wir befassen uns in der Hauptsache mit Fortschritten in konstruktiver Hinsicht und insbesondere mit den Grundelementen der Hochspannungsanlagen, Maschinen und Apparaten, wie Kabel, Durchführungen, Stützisolatoren, Hochspannungs-Isolierstoffen, Prüfvorrichtungen der Laboratorien und Spezialfabriken. Neuerungen der Hochspannungs-Messtechnik sind im ersten Artikel dieser Nummer behandelt.

1. Forschungsarbeiten über den elektrischen Durchschlag.

Auf diesem Gebiete herrschte in den letzten Jahren eine rege Tätigkeit. Die Wagnersche Wärmetheorie[1]) mit Annahme leitend werdender Kanäle im Dielektrikum hat einer allgemeineren Erkenntnis Platz gemacht, dass auch ein Wärmedurchschlag stattfinden kann, wenn keine Unhomogenitäten im Material bestehen, dass aber auch in vielen Fällen ein Ionisationsdurchschlag erfolgt. Der neueren Wärmetheorie liegt folgende Idee zu Grunde: Die an den Isolator angebrachte Spannung ruft in ihm dielektrische Verluste hervor, wobei eine entsprechende Wärmemenge ausgeschieden wird. Die dadurch verursachte Erwärmung hat eine Vergrösserung der Verluste zur Folge, was eine erhöhte Ausscheidung von Wärme und ein weiteres Anwachsen der Temperatur des Isolators bedingt. Wird der Isolator von aussen gut gekühlt und ist die angelegte Spannung nicht allzu hoch, so kann sich ein stationärer Zustand einstellen, bei dem die ganze im Isolator ausgeschiedene Wärmemenge nach aussen abgeleitet wird und keine weitere Temperaturerhöhung stattfindet. Im Gegenfalle wächst die Temperatur unbegrenzt und der Isolator wird durchschlagen. Bei gegebenen Abkühlungsverhältnissen gibt es stets eine kritische Spannung, bei welcher der geschilderte Wärmedurchschlag erfolgt.

[1]) Literaturnachweise sind am Schluss des Aufsatzes zusammengestellt.

Dessen Vermeidung bietet für die technische Praxis im allgemeinen mehr Schwierigkeiten als der Ionisationsdurchschlag. Dieser tritt ein, wenn der Isolierstoff rasch einer sehr hohen Feldstärke ausgesetzt wird, wodurch die Moleküle zerrissen werden. Speziell bei kristallinen Isolatoren stellt man sich nach Rogowski vor, dass die Kristallgitter-Systeme durch das Feld auseinander gerückt werden und schliesslich zerreissen. Fördernd wirken hiezu vorhandene Spaltensysteme, die einerseits die Zerreissfestigkeit des Stoffes herabsetzen und anderseits den Ionen ermöglichen, die nötige Geschwindigkeit bei schwächerem Feld zu erlangen.

Paul Böning sucht eine Durchschlagstheorie der Kolloide, aus denen die meisten praktischen Isolierstoffe bestehen, aufzustellen und leitet daraus die Durchschlagsfunktion ab. Sie gründet sich auf die Erfahrungstatsache, dass die Leitung in Isolierstoffen elektrolytischer Natur ist. Hieraus wird abgeleitet, dass sich in den Stoffen elektrolyterfüllte Kanäle bilden müssen. Auch wird die Tatsache der Ionenadsorption an Grenzflächen herangezogen, die besagt, dass an der Grenze zwischen zwei Medien, von denen das eine dissocidierte Ionen enthält, ein Teil der Kationen oder Anionen adsorbiert wird (genannt Grenzionen), während der gleiche Teil der Ionen entgegengetzten Vorzeichens (Ergänzungsionen) frei bleibt. Unter dem Einfluss einer Gleichspannung werden die elektrolytischen Ionen Träger eines elektrischen Stromes zwischen den Elektroden. Der Kanal bedeutet einen Nebenschluss zum Kondensator, macht ihn also unvollkommen und gibt zur Wärmeentwicklung Anlass. Die freien Ergänzungsionen werden durch die Feldkräfte ausgeschieden. Die Grenzionen verbleiben bis zu einer gewissen Feldstärke an ihrem Ort, aber bei Ueberschreitung eines gewissen Wertes erfolgt der Durchschlag, d. h. ein plötzlicher Durchbruch der Grenzionen durch den Kanal mit grosser Wärmeentwicklung.

Böning findet die an verschiedenen Dielektrika wie Glimmer, Mikanit, Hartpapier, Gummi experimentell bestätigte Spannungsverteilungsfunktion

$$U = \alpha d + \frac{\beta}{2} d^2$$

$$U = a d - b d^2$$

(U = Potentialdifferenz, d = Dicke des Dielektrikums, α, β, a, b = Konstanten).

Rogowski hat im Jahre 1926 auf Schwierigkeiten hingewiesen, welchen die bisher allgemein anerkannte Townsendsche Theorie des Gasdurchschlages bei Stossspannungen begegnet, da der Durchschlag in Wirklichkeit 100 bis 1000 mal rascher vor sich geht, als nach der Townsendschen Theorie zu erwarten wäre. 1928 bestätigt er seine Einwände des bestimmtesten und weist noch weitere Schwierigkeiten nach, so dass also die Theorie in grundlegenden Annahmen abgeändert werden muss.

Als Namen, die mit den Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet eng verknüpft sind, nennen wir u. a. Rogowsky, Wagner, Günther-Schulze, Joffé, Schumann, Semenoff, Walther, Dreyfus, V. Fock. Eingehende Quellenangaben enthält das Buch „Die physikalischen Grundlagen der elektrischen Festigkeitslehre", von Semenoff und Walther; die meisten Arbeiten wurden im Archiv für Elektrotechnik publiziert.

2. Isolierstoffe.

Die Fabrikation der Isolierstoffe hat in den letzten Jahren eine viel wissenschaftlichere Behandlung erfahren. Man begann mit der systematischen Klassifikation; in einigen Staaten wurden normale Prüfvorschriften erlassen, um vergleichende Daten zu bekommen.

In immer vermehrtem Masse kamen Kunstharze zur Verwendung. Die Hartpapiertechnik erfuhr Fortschritte im Sinne grösserer Vergleichmässigung des Materials, besserer Anpassung an die einzelnen Verwendungszwecke, Verkleinerung der dielektrischen Verluste und deren Temperaturabhängigkeit, Vergrösserung der Wärmeleitfähigkeit. Besonders die schweizerische Industrie hat sich in dieser Hinsicht keine Opfer scheuen lassen. Die Porzellantechnik hat die elektrotechnischen

Porzellane ausserordentlich eingehend untersucht und hierdurch Verbesserungen des Materials wie der Konstruktion ermöglicht. Sehr interessante Angaben hierüber enthalten die „Mitteilungen der Hermsdorf-Schomburg-Isolatoren G.m.b.H.“, 1928, Heft 39. Die Zugfestigkeit ist gegenüber älterem Porzellan wesentlich erhöht worden, weshalb auch erst die sog. durchschlagsicheren Freileitungs-Isolatoren Erfolg haben konnten. Der Einfluss der Glasur auf die mechanischen Eigenschaften wurde systematisch studiert und als ganz erheblich befunden. Weitere keramische Stoffe vermochten sich mehr und mehr einzuführen, so Steatit mit seinem geringen Schwindmass und hervorragenden mechanischen wie elektrischen Eigenschaften, dann aber auch Steinzeug, das sich aus fabrikationstechnischen Gründen, insbesondere für grosse Isolierstücke eignet. Begreiflicherweise noch vorhandenem Misstrauen wird durch sehr detaillierte Messresultate seitens der massgebenden Firmen entgegengetreten.

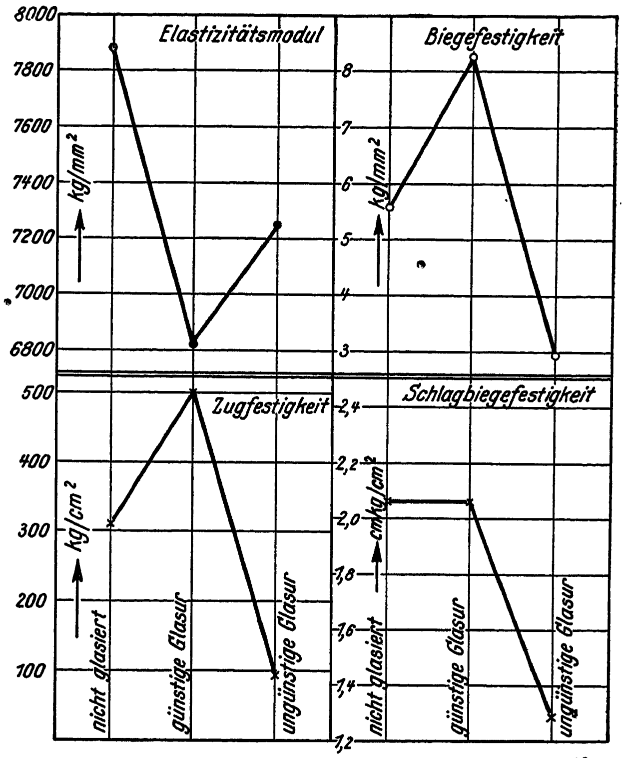


Fig. 1.
Einfluss der Glasur auf einige mechanische Eigenschaften von Porzellanisolatoren.

Für Isolieröle bestehen auch in der Schweiz seit dem Jahre 1925 Prüfnormen. Zur Reinigung kam als neueres Mittel mehr und mehr die Zentrifuge zur Anwendung.

Zahlreiche experimentelle Untersuchungen vermehrten die Kenntnisse über das Oel als Dielektrikum. U. a. sei auf die sehr eingehenden Arbeiten „Untersuchungen über Spitzenentladungen in Transformatorenöl“ von A. Nikuradse und „Die Durchschlagsspannung zwischen scharfen Kanten unter Oel“ von Fr. Wöhr hingewiesen. Letztere Arbeit bietet der praktischen elektrischen Festigkeitsrechnung wertvolle Resultate.

Charakteristisch ist für die neueste Zeit, dass endlich reichhaltiges Zahlenmaterial über die Isolierstoffe bekannt wird. Erschwerend wirkt allerdings der Umstand, dass hierin weit grössere Streuung beobachtet wird, als im allgemeinen bei Metallen.

3. *Hochspannungskabel*[2]).

Sehr grosse Fortschritte hat die Kabeltechnik zu verzeichnen. Die Anwendung von Hochspannungskabeln, insbesondere für Nennspannungen von 50 kV an aufwärts, hat stark zugenommen. Kabel für 150 kV sind aus dem Versuchsstadium herausgewachsen. Es war in erster Linie ein intensives, stets durch Messungen begleitetes Studium des Isoliermaterials, das zum Erfolg führte. Geeignete Papiere wurden ausgesucht, die Oele und Harze raffiniert, die Verfahren zur Entfeuchtung und Imprägnierung verbessert. Als wichtigstes Kriterium für die Qualität hat man

[2]) Einen vortrefflichen Ueberblick über die heutige Kabeltechnik bietet der Artikel „Hochspannungskabel“ von P. E. Schneeberger in der Schweizerischen Technischen Zeitschrift 1927, Nr. 38. S. 614.

den Verlauf des Verlustwinkels in Funktion der Spannung erkannt (Fig. 2). Jeder Knick in der Kurve deutet auf eine Ionisationserscheinung im Dielektrikum hin.

Sorgfältig ausgewählte Papiere mit radial abgestufter Dichte ergeben eine bessere Ausnützung des Isolierstoffes. Durchschlagsversuche ergaben Durchbruchs-

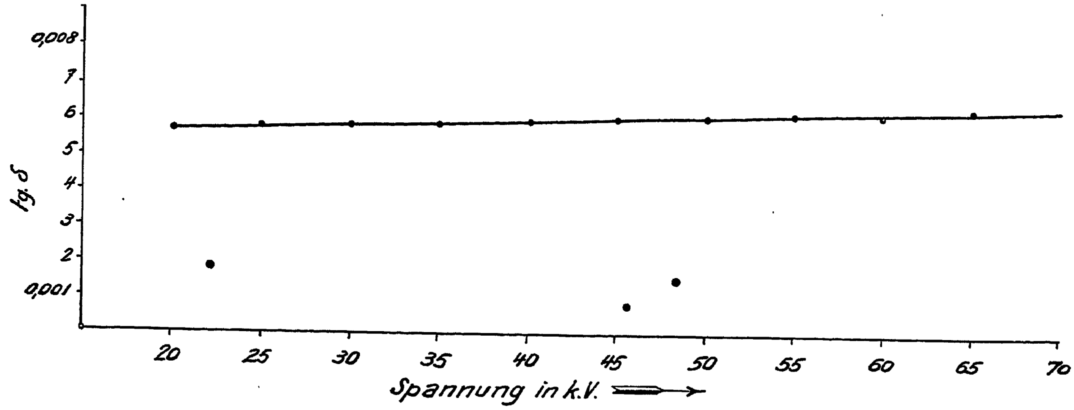


Fig. 2.
Dielektrischer Verlustwinkel eines Einleiterhochspannungskabels in Funktion der Spannung.

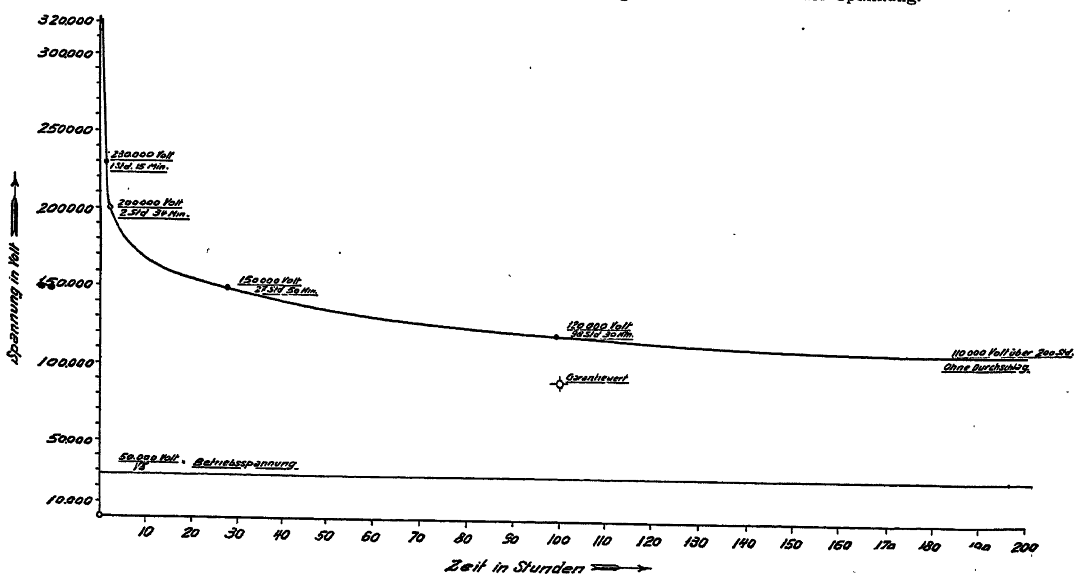


Fig. 3.
Zeit-Durchschlagskurve, aufgenommen am Kabel der Fig. 2.

feldstärken von mehr als 300 kV/cm eff. bei einer Steigerung von 20 kV pro Minute.

Die Firma Pirelli führte das ölgefüllte Röhrenkabel für 132 kV Betriebsspannung ein. Deren Dielektrikum wird mit dünnem Oel imprägniert und ständig unter einem gewissen Oeldruck belassen, damit sich eventuelle Hohlräume sofort wieder mit Oel füllen. Der Oelzufluss erfolgt durch den Leiter, der mittels einer Spiralfeder rohrförmig gestaltet wird.

Das Bestreben, das Dielektrikum des Kabels besser auszunützen, hat Silbermann dazu geführt, durch Einfügen von Kondensatorbelegen die Isolation zu unterteilen (Fig. 4). Um die Feldstärke in der Leiternähe nicht zu hoch werden zu lassen, fällt der Leiterdurchmesser verhältnismässig gross aus. Zur Vermeidung unnötiger

Kupfermengen wählt man einen rohrförmigen Querschnitt und füllt den Innenraum mit einem geeigneten Material, wie Jute oder drgl. aus. Während ein normales Kabel aus einem Kondensator mit Kupferleiter und Bleimantel als Beläge besteht, ist hier der Leiter beidseitig mit Isolation umhüllt. Der nächstliegende Innenkondensator wird parallel zum nächstliegenden Aussenkondensator geschaltet, der zweitnächste innere mit dem zweitnächsten äussern usf. So wird eine Serie ungefähr gleichgrosser Kapazitäten gebildet. Die Verbindungen sind in die Endverschlüsse verlegt.

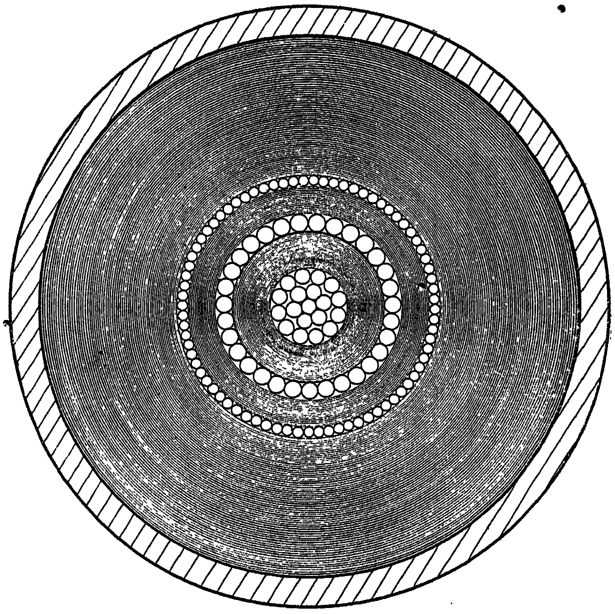


Fig. 4.
Kabelquerschnitt System Silbermann. 1×100 mm²; Betriebsspannung 132 kV.

Wesentliche Verbesserungen haben auch die Drehstromkabel erfahren. Nach Höchstetter werden die drei einzelnen, verseilten Kabel vor der Verseilung mit einer dünnen, leitenden Hülle umgeben, wodurch die Füllzwickel elektrisch entlastet werden und die elektrischen Felder so verlaufen wie in Einphasenkabeln. Damit wäre prinzipiell kein Unterschied mehr zwischen der möglichen Höchstspannung für Dreileiter- und Einleiterkabel, wenn nicht das Dreileiterkabel bei dicken Isolierschichten zu unbiegsam würde. Eine ältere Idee wurde wieder aufgenommen durch Weglassung des gemeinsamen Bleimantels und Umgebung jedes Einzelkabels mit einem besonderen Bleimantel. Dieser wird gerillt, um ihn ohne Einbusse an Festigkeit dünn erhalten zu können. Eine Verbesserung des H-Kabels stellt das SO-Kabel (nach Sonnenfeld) der Kabelfabrik A.-G. Bratislava dar, indem die runde Form des Bleimantels durch eine im wesentlichen polygonale, bei 3 Leitern dreieckige Form ersetzt wird. Die Zwickel werden so auf ein Minimum reduziert und auch an Isolierpapier, Oel und Blei wird einiges gespart. Die Wärmeableitung ist günstiger, weil ein Teil der Strömungslinien verkürzt ist. Die Strombelastbarkeit ist gegenüber Rundkabeln um 3 bis 6 % erhöht, die Gewichtsverminderung beträgt etwa 6 bis 15 %, die Biegsamkeit ist erhöht.

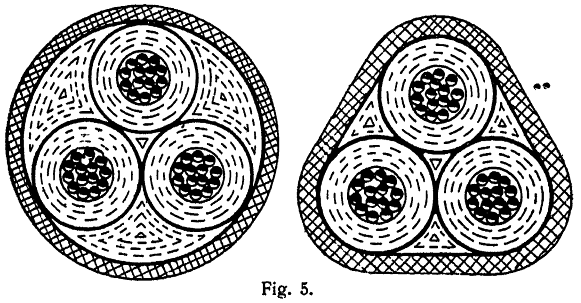


Fig. 5.
H-Kabel in runder und in SO-Bauart.

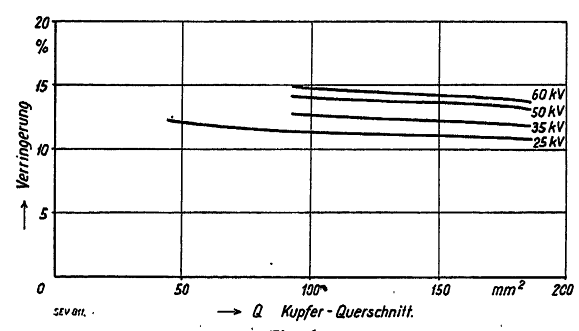


Fig. 6.
Gewichtsverminderung an unarmierten (keine Eisenarmierung) H-Kabeln bei Anwendung des SO-Prinzipes.

Die Muffenkonstruktionen, welche jahrelang das Sorgenkind des Kabelfabrikanten waren, konnten in letzter Zeit sehr verbessert werden. Die Betriebssicherheit einer mit der nötigen Sorgfalt gebauten Muffe ist nicht geringer als diejenige

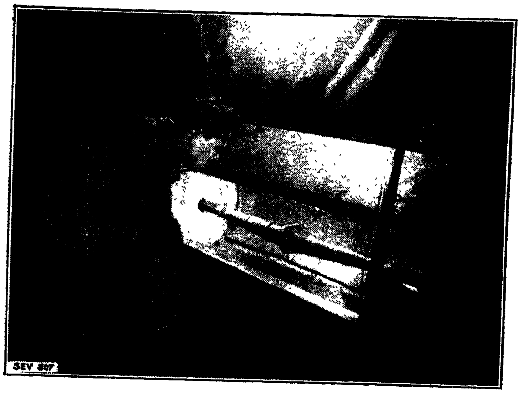


Fig. 7.
Herstellung einer Wickelmuffe in einem Wickelkasten an einem 50 kV Kabel für die Kraftwerke Oberhasli A.-G.



Fig. 8.
Montage der Kabelendverschlüsse an 50 kV Kabeln der Kraftwerke Oberhasli A.-G.

des Kabels. Bekanntlich werden in Hochspannungskabelanlagen nur noch Wickelmuffen eingebaut. Bei dieser Muffenart wird die Kabelisolation abgestuft und für beide Kabelenden rekonstruiert. Dadurch erhält man ein dem Kabel analoges Dielektrikum und infolgedessen günstige elektrische Beanspruchungen. Wichtig ist bei dieser Muffenkonstruktion, dass Feuchtigkeitseinschlüsse möglichst vermieden werden. Eine neue Anordnung der Montage wurde bei den 50 kV Kabeln im Stollen zwischen Handeck und Guttannen der A.-G. Kraftwerke Oberhasli, Innertkirchen, angewandt. Die von Hand ausgeführte Rekonstruktion des Kabeldielektrikums erfolgte, nach Vorschlägen von E. Schneeberger, Brugg, in einem Wickelkasten (Fig. 7). Durch elektrische Beheizung und wenn notwendig Spülung mit Trockenluft ist es möglich, die Luftfeuchtigkeit auf ein unschädliches Mass herunterzubringen. Diese neue Montageanordnung wurde durch das Laboratorium der Kabelwerke Brugg A.-G. entwickelt und ausgeführt.

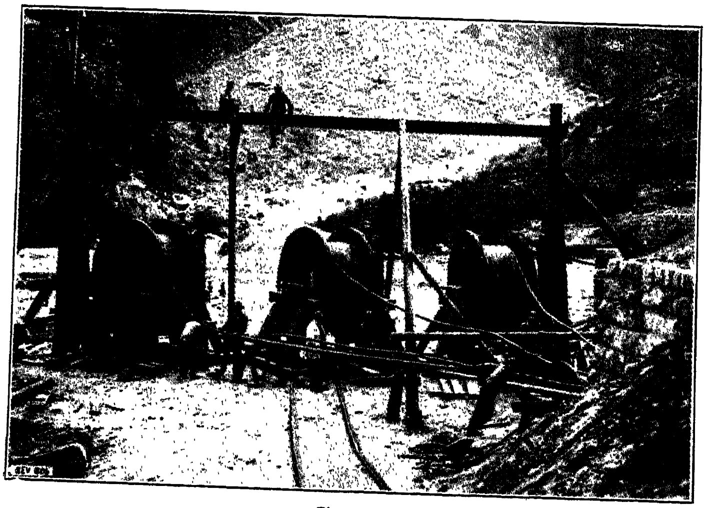


Fig. 9.
Verlegungsarbeiten für die 50 kV Dreiphasenkabelanlage Handeck-Guttannen der Kraftwerke Oberhasli A.-G. Streckenlänge 5,2 km; Kabellängen ca. 900 m; Querschnitt 180 mm²; Lieferung durch K.W. Brugg und Felten & Guilleaume, je zur Hälfte.

Auch die Endverschlüsse (Fig. 8) haben eine Weiterentwicklung durchgemacht. Auf günstige Feldverteilung im Innern des Isolators, d. h. am Kabelanschnitt (Konusbewicklung) sowie am Isolator selbst, wurde grosses Gewicht gelegt. Der Entlastung des Isolatores dient das Verfahren nach Prof. Imhof zur Vermeidung von Glimm-Erscheinungen am Flansch als der elektrisch am stärksten beanspruchten Stelle.

Eine interessante Darstellung aus den Verlegungsarbeiten der 50 kV-Kabel der Kraftwerke Oberhasli A.-G. gibt Fig. 9.

Ueber die neueren Tendenzen der Kabelprüfung geben die Referate anlässlich der 4. Tagung der Conférence Internationale des Grands Réseaux électriques à haute tension 1927 (siehe z. B. den trefflichen Bericht hierüber von Dr. K. Konstantinowsky in E. u. M. 1927, Heft 40, S. 831 „Neuerungen auf dem Gebiete der Isoliermittel-Technik") Aufschluss. Ausser der meist üblichen Spannungs- und Verlustwinkel-Prüfung, ferner der Biegeprobe, wurde von Proos nachgewiesen, dass die Zeit-Spannungscharakteristik namentlich noch zur Erkennung der mechanischen Qualität notwendig sei. In Weiterverfolgung eines Vorschlages von Soleri schlug Delon vor, durch Extrapolation der Zeit-Spannungscharakteristik die unendlich lange ertragene „Grenzspannung" zu ermitteln. Aus dem Verhältnis von Betriebsspannung zu Grenzspannung ergibt sich die „Sicherheit" des Kabels. Zur Untersuchung aller die Prüfung von Hochspannungskabeln angehenden Fragen wurde ein Komitee eingesetzt.

4. *Durchführungen.*

Die letzten Jahre brachten auch den *Durchführungs-Isolatoren* eine grosse Entwicklung. Mehr und mehr haben sich die speziellen Fabriken für Isolationstechnik dieses Gebietes angenommen. Gegenüber dem Kabelbau ist insofern eine Erleichterung vorhanden, als man in der Dicke des Dielektrikums weniger beschränkt ist, eine Erschwerung aber durch das Randproblem und die Forderung, dass auch heisses Oel als umgebendes Medium vorhanden sein kann, ferner dass kein die Feuchtigkeit abhaltender Bleimantel möglich ist. Vor allem hat eine Entwicklung zu höherer Nennspannung, bis 220 kV, stattgefunden, ja zu noch weit höhern Spannungen für Prüfzwecke. Die Porzellan-Fabrik Hermsdorf beispielsweise hat für ihren Versuchsraum die bisher grössten Porzellan-Wanddurchführungen für 500 kV gegen Erde erstellt. Diese besitzen ohne Armierung eine Länge von 5,3 m, ein Porzellangewicht von 1300 kg, einen Innendurchmesser der Mittelstücke von 750 mm. Die mit Ausgussmassen gefüllten Durchführungen machten, wenigstens für hohe Spannungen, in steigendem Masse den Oeldurchführungen Platz, da die Masse wegen Hohlraumbildungen, Sprengungen bei Erwärmung und Feuersgefahr viele Unzuträglichkeiten bot. Durch genügende Dimensionierung, Verwendung von ins Oel vorgeschobenen, am Rande gerundeten Fassungselektroden, zum Teil auch durch Verwendung metallischer Einlagen nach dem Nagelschen Kondensatorprinzip, wurden die Oeldurchführungen hoch entwickelt und stehen bereits bis zu Nennspannungen von 220 kV im Betrieb. Eine stark vermehrte Aufmerksamkeit wurde aber in den letzten Jahren besonders den Kondensatordurchführungen gewidmet, die im Durchmesser erheblich kleiner sind und für den Transport bequemer. Die Fortschritte betreffen hierin in erster Linie eine wesentliche Verbesserung des Hartpapieres (Kunstharzpapier) im Sinne kleinerer dielektrischer Verlustwinkel, kleinerer Temperaturabhängigkeit desselben und grösserer Wärmeleitfähigkeit, ferner auf Grund vieler Prüfresultate sorgfältig erwogener Dimensionierung, Verwendung verschiedener kleiner Kunstgriffe in der Potentialsteuerung radial und axial. Durch Porzellanhauben über dem Oberteil werden solche Durchführungen mit gutem Erfolg auch für Freiluftgebrauch gebaut. Der Zwischenraum zwischen dem eigentlichen Isolatorkörper und der Porzellanhülle wird mit einer elastischen, isolierenden Ausgussmasse gefüllt, die hier nur den Zweck hat, vor Kondenswasser zu schützen, während die Masse elektrisch sehr wenig belastet ist.

Mehrmals sind Vorschläge gemacht worden, Durchführungen für hohe Spannungen zu kühlen, sei es durch Unterteilung in mehrere konzentrische Teilisolatoren oder durch Unterteilung derart, dass die Trennfugen die Form einer Kegelfläche mit gerader oder gekrümmter Seitenlinie haben und in den Trennfugen zur Kühlung Oel zirkulieren kann. Nach den einen Vorschlägen soll das Oel durch den Beitritt der wärmeren Schichten in Bewegung geraten, bei andern durch künstlichen Antrieb.

Einzelne Vorschläge gehen dahin, den zentralen Stromleiter zu kühlen durch Umgebung mit einer Oelschicht oder einer leicht verdampfbaren Flüssigkeit, welche mit der Atmosphäre in Verbindung steht (U.S.A. Pat. 1567201, 1925). Endlich wird noch vorgeschlagen, den Uebertritt der Wärme vom heissen Transformator-Oel in den Klemmenkörper durch Wärmeschutzschichten zu verzögern. Aber kaum eine dieser etwas gesuchten Massnahmen hat sich praktisch in erheblicherem Umfange eingeführt.

Aehnlichen Problemen wie bei Durchführungen begegnet man bei den Hochspannungskabel-Endverschlüssen. Man macht im allgemeinen mit massegefüllten Endverschlüssen gute Erfahrungen. Einesteils sind eben hier die Temperaturgrenzen wesentlich engere als bei Transformator-Durchführungen, ferner dimensioniert man gewöhnlich verhältnismässig gross.

Auch Durchführungen ganz aus Porzellan werden für viel höhere Spannungen gebaut, als dies früher der Fall war. Zum Beispiel berichten die Hescho-Mitteilungen 1926 29/30 von Mehrrohrdurchführungen, sowohl für Innenräume wie für Freiluftaufstellung, die aus koaxialen Porzellanteilen bestehen, für Nennspannungen von 100 kV; der Katalog 1926/27 der Ohio Brass Co. enthält vierteilige Durchführungen ganz aus Porzellan für 88000 V Nennspannung, ferner Oeldurchführungen für 220 kV, die ausser dem umhüllenden Porzellan drei koaxiale Porzellanröhren enthalten.

5. Stütz- und Hängeisolatoren für Freileitungen.

Die Formen der Stützisolatoren aus Porzellan, die früher unzählige Aenderungen erfuhren, sind einigermassen endgültig geworden. Es bleibt beim sog. Delta-Isolator; Fig. 10 zeigt ein typisches Beispiel. Bis zu 35 kV sind in Deutschland hiefür VDE-Normalformen herausgegeben worden. Für hohe Spannungen ist der Weitschirm-Isolator am gebräuchlichsten geworden, z. B. nach Fig. 11. In Deutschland ist das Zutrauen zu Spezialkitten, wie der Permanitkittung oder dem amerikanischen sog. Sandungsverfahren nicht allzu gross, da genügend lange Betriebserfahrungen fehlen, weshalb mehrteilige Isolatoren neuerdings zusammengehanft werden, indem der äussere mit Gewinde versehene Teil auf den umhanften inneren Teil geschraubt wird (bis zu Trockenüberschlagsspannungen von etwa 180 kV). Namentlich aber ist es gelungen, nun auch dicke Porzellanscherben einwandfrei herzustellen, so dass auch grössere Isolatoren einteilig ausgeführt werden, so z. B. Weitschirm-Isolatoren bis zu einer Trockenüberschlagspannung von 157 kV. Eine starke Tendenz besteht in der Herstellung sog. durchschlagsicherer Isolatoren, bei welchen die eiserne Stütze nicht tief in den Isolator hinauf ragt, oder sogar der Isolator massiv ausgeführt und durch eine Fussarmatur befestigt wird. Mit andern Worten, man bildet den Freileitungs-Isolator, abgesehen von der Oberflächenform, nach gleichen Prinzipien aus wie den Innenraumstützer, den man quasi mit Regenschutz-Dächern versieht (nach Hescho-Katalog bis 104 kV Trockenüberschlagspannung). Derselbe besitzt weitausladende Ränder, wodurch ein grosser Regenüberschlagsweg zwischen Stütze und Leitungsdraht erreicht wird. Die Umrisse des Isolatorkernes fallen angenähert in die Richtung der Kraftlinien, während die Regenschutzmäntel in die Aequipoten-

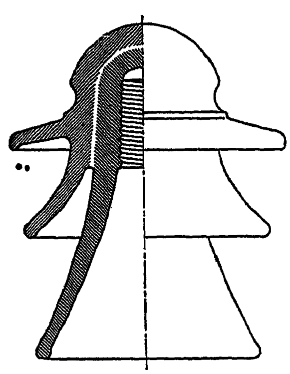


Fig. 10.
Delta-Isolator.

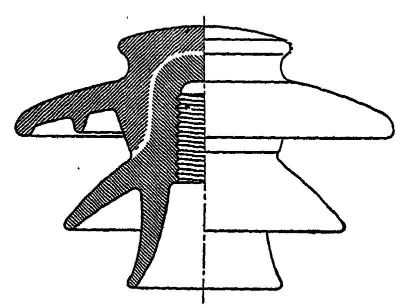


Fig. 11.
Weitschirm-Isolator.

tialflächen fallen. Hiedurch werden Ueberbeanspruchungen der Luft in den Hohlräumen zwischen den Mänteln vermieden, so dass die Entladeerscheinungen erst kurz vor dem Lichtbogenüberschlag einsetzen.

Ganz allgemein haben sich aber für Spannungen über etwa 50 kV die Kettenisolatoren durchgesetzt, ja sogar für weit kleinere Spannungen sind sie vielfach üblich geworden. Die letzten Jahre brachten keine wesentlichen Neukonstruktionen, aber mehr und mehr konnte auch hier die Abneigung gegen das Kitten bemerkt werden, so dass sich kittlose Konstruktionen, wie der Kugelkopf- und V-Ring-Isolator, stark eingeführt haben. In steigendem Masse werden die durchschlagsicheren Motor-Isolatoren bevorzugt. Die Zugfestigkeit des Porzellans ist dermassen erhöht worden, dass man gegen Zugbeanspruchungen, wie sie hier auftreten, nicht mehr ängstlich ist. In die letzten Jahre fallen die Bestrebungen, für Spannungen von 10 bis 35 kV Kleinhänge-Isolatoren zu verwenden.

Seitdem stark quarzhaltige Gläser (Pyrexglas), die durch sehr kleinen Ausdehnungskoeffizient gekennzeichnet sind, in die Technik Eingang finden, werden wieder Anstrengungen zur Einführung von Glasisolatoren gemacht, in Europa namentlich durch Italien und Frankreich. Deren Formen sind von den Porzellan-Isolatoren übernommen worden. Die Wirkung und richtige Gestaltung der Schutzhörner ist sehr eingehend untersucht worden.

6. Prüfvorrichtungen.

Mehrere sehr bemerkenswerte Hochspannungs-Prüflaboratorien sind während der letzten Jahre entstanden. Den Prüfvorrichtungen ist vermehrte Aufmerksamkeit geschenkt worden. Schon die von der Firma Haefeli & Co. A.-G. gebauten Lufttransformatoren sind aus der Erwägung entstanden, dass Oelkessel und Durchführungen bei sehr hohen Spannungen unverhältnismässig gross und teuer werden. Während die Haefely-Transformatoren einzylindrige Wicklungen besitzen, wurden von der Hochspannungs-Apparate A.-G., Köln, nach Fischer interessante Lufttransformatoren gebaut, gekennzeichnet durch Anbringung der Wicklungen auf mehreren koaxialen Zylindern, die durch Luftdistanzen getrennt sind und deren einzelne Wicklungen nach aussen schrittweise kürzer gehalten sind, nach Art der Beläge von Kondensatordurchführungen. Die Wicklungszylinder des einen Kernes sind durch horizontale Verbindungen mit solchen des andern in Serie geschaltet. Prüftransformatoren erheblicher Leistung, die besonders wenig Raum einnehmen, sind von der A.-G. Brown, Boveri & Co. herausgebracht worden, und zwar in Einheiten bis zu 750 kV. Deren Eisenkern ist in Luft, die Wicklungen befinden sich in Oel, als Behälter dienen aber Hartpapierkessel, deren absolute Oeldichtung einwandfrei gelungen ist. Mit den ersten dieser Transformatoren sind in der Schweiz das Prüflokal der Micafil A.-G. (Fig. 12) und das Apparate-Versuchslokal der A.-G. Brown, Boveri & Co., Baden ausgerüstet.

Ueber die Hochspannungs-Messvorrichtungen wurde andernorts berichtet.

Für die Prüfung von Freileitungsisolatoren, Transformatoren usf. kamen auch in Europa vielfach Hochfrequenz- und Stosspannungs-Prüfvorrichtungen zur Anwendung. Die Isolierprodukte organischer Natur werden immer allgemeiner durch Messung der dielektrischen Verluste als wichtiges, wenn auch nicht vollständiges Kriterium, geprüft.

Die Porzellanfabrik Hermsdorf-Schomburg hat neuerdings eine Prüfmaschine gebaut, mit welcher Längs-, Quer- und Torsionsschwingungen der verschiedensten Isolatoren und Isolatorketten, mit 10 bis 1000 Schwingungen pro Minute, erzeugt werden können. Dabei lassen sich die Prüfstücke noch auf Zug und elektrisch beanspruchen. Dieselbe Firma hat eine Prüfkammer zur Untersuchung von Isolatoren bei starker Verschmutzung geschaffen.

Vereinzelt haben auch verschiedene experimentelle Methoden zur Bestimmung der statischen Feldverteilung Anwendung gefunden, so die Strohhalm- und Neonröhren-Methode, die elektrolytische, die Sonden- und die Kapazitätsmethode.

Zur Vornahme von Durchschlagsmessungen ohne Ueberlastung der Elektrodenränder wurde von E. Marx ein Verfahren vorgeschlagen, das auf der dem Druck proportionalen Zunahme der elektrischen Festigkeit flüssiger Isolierstoffe beruht. Die Prüfkörper und Elektroden werden in die unter Druck stehende Flüssigkeit gebracht.

7. Hochspannungsisolation elektrischer Maschinen.

Die Hochspannungsisolationen an Maschinen haben in letzter Zeit nicht viele wesentliche Aenderungen erfahren. An Transformatoren haben sich die Schutzringe als Abschluss der Wicklungen gegen die Abstützungen hin allgemeiner eingeführt. Zur erheblichen Einsparung an Eisen- und Oelgewicht wurden die bei amerikanischen Konstruktionen bereits seit Jahren bekannten Hartpapierringe vielfach eingeführt.

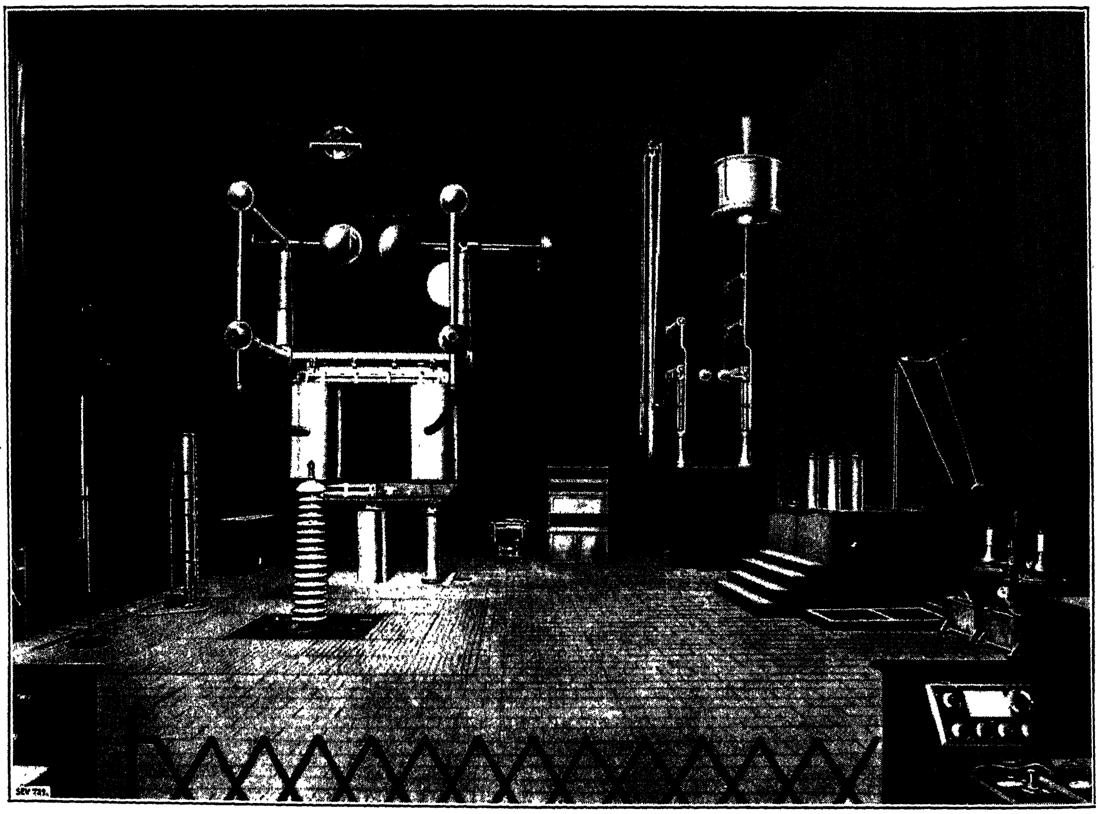


Fig. 12.
Hochspannungsversuchslokal der Micafil A.-G.

Turbogeneratoren grösster Leistung (z.B. 80000 kW BBC-Generatoren für die Hellgate-Centrale[3]) brachten das Problem, die Isolierkanäle in den Nuten so zu konstruieren, dass die ganz beträchtlichen Wärmedehnungs-Unterschiede von Metall und Isolation nicht zur Zerstörung der Kanäle führt.

Was die Prüfung der Maschinen anbelangt, wurde anlässlich der 4. Tagung der Conférence Internationale des Grands Réseaux électriques à haute tension in Paris vorgeschlagen, ausser der Spannungsprobe wie bei Kabeln die Grenzspannung (siehe Seite 165) zu ermitteln, die 1,2 bis 1,5 mal grösser sein solle, als die höchste im Betriebe vorkommende Ueberspannung.

---

[3]) Siehe Bull. S.E.V. 1928, No. 19, S. 611.

Literatur-Verzeichnis.

1. Mathematische Theorien über den Durchschlag fester Isoliermaterialien. Dr. Ing. *Dreyfuss*, Basel, Bull. S. E. V. 1924, S. 321 und 577.
2. Der Durchschlag fester Isolierstoffe als Folge ihrer Erwärmung. *K. Berger*, Bull. S. E. V. 1926, S. 37. – B. B. C.-Mitteilungen 1926, S. 115.
3. Zur Theorie des Wärmegleichgewichtes fester Isolatoren. *K. Berger*, E. T. Z. 1926, S. 673.
4. Versuche zur Natur des elektrischen Durchschlages. *W. O. Schumann*, Z. Techn. Phys., Bd. 6 1927, S. 439.
5. Durchschlag von Isolatoren bei hohen Temperaturen. *L. Inge* und *A. Walther*, Z. Phys., Bd. 34 1927, S. 15.
6. Der Durchschlagsmechanismus an festen Isoliermitteln. *P. L. Hoover*, J. A. I. E. E., Bd. 45, Sept. 1926 (Auszug in E. und M. 1927, S. 371).
7. Zur Wärmetheorie des elektrischen Durchschlages *V. Fock*, A. f. E., Bd. 19 1927, No. 1, S. 71.
8. Durchschlagspannung und Durchschlagfestigkeit. *V. Retzow*, A. f. E., Bd. 20 1928, No. 3, S. 270.
9. Untersuchungen über den elektrischen Durchschlag und Ueberschlag im unhomogenen Feld. *Erwin Marx*, A. f. E., Bd. 20 1928, No. 5/6, S. 589.
10. Zur Theorie des elektrischen Durchschlages, I. Die Durchschlagsfunktion. *P. Böning*, A. f. E., Bd. 20 1928, No. 1, S. 88, ferner Bd. 21, No. 1, S. 25.
11. Stosspannung und Durchschlag bei Gasen. *W. Rogowski*, A. f. E., Bd. 20 1928, No. 1, S. 99.
12. Oil breakdown at large spacings. *Douglas F. Miner*, J. A. I. E. E. 1927, S. 336.
13. Durchschlag von Hartpapierisolation bei elektrischem Stoss im Vergleich z... Dr. Ing. *F. Grünewald*, E. T. Z. 1927, No. 4, S. 103.
14. Des matières premières dans la construction électrique. A. C. E. C. 1927, mehrere Nummern.
15. V. D. E.-Vorschriften für Transformator- und Schalteröle. E. T. Z. 1927, S. 473.
16. Standardisation rules for compounds. *H. W. L. Bruckman*, Grands Réseaux 1927, Bd. 33.
17. Effet de la pression des gaz occlus dans les isolants sur leurs caractéristiques d'ionisation par Everett-S. Lee. Grands Réseaux 1927, Bd. 29.
18. Testing and conditions of use of insulating materials. *E. Bitterli*, Grands Réseaux 1927, Bd. 20.
19. Untersuchungen über Spitzenentladungen in Transformatorenöl. *A. Nikuradse*, A. f. E. 1928, No. 4, S. 403.
20. Die Durchschlagspannung zwischen scharfen Kanten unter Oel. *Fr. Wöhr*, A. f. E., Bd. 20 1928, No. 4, S. 444.
21. Beiträge zur Beurteilung von Hartpapier. *Kumlik*, E. & M. 1928, S. 1045.
22. Insulation, The Opportunity of Research. *J. B. Whitehead*, J. A. I. E. E., Jan. 1929.
23. Hochspannungskabel. *P. E. Schneeberger*. S. T. Z. 1927, No. 38, S. 614.
24. 130 kV-Kabel. *L. Emanueli*, Energia Elettrica 1925, No. 2, E. T. Z. 1925, No. 45.
25. Ueber Abrundungen bei Muffen und Endverschlüssen metallisierter Kabel. *Loebner*, A. f. E. Bd. 27, S. 152.
26. A new 132 kV Cable joint. *D. M. Simons*, J. A. I. E. E. march, 1927.
27. Zur Herstellung von Höchstspannungskabeln. Dr. *Konstantinowski*. E. & M. 1928, S. 1183.
28. Same Problems in High-Voltage Cable Development. *E. W. Davis* and *W. N. Eddy*, J. A. I. E. E., Jan. 1929.
29. Ionisation Studies in Paper Insulated Cables. *C. L. Dawes, H. H. Reichard, P. H. Humphries*. J. A. I. E. E., Jan. 1929.
30. Beitrag zur technischen Berechnung von Kondensatordurchführungen. *A. Imhof*, Bull. S. E. V. 1926, S. 586.
31. Condenser terminals under uniform surface chocs. *Alexander Smouroff*, Grands Réseaux 1927, Bd. 29.
32. Die Wirkung von Schutzfunkenstrecken bei Durchführungen. *H. Müller*, E. & M. 1928, S. 1043.
33. Ueber den elektrischen und mechanichen Sicherheitsgrad von Hochspannungs-Freileitungen. Dr. Ing. *K. Draeger*, Elektro-Journal 1927, S. 343.
34. Die neuen Prüfvorschriften des V. D. E. für Hochspannungsisolatoren. Dr. Ing. *W. Weicker*, Hescho-Mitteilungen 1928, No. 43.
35. Ueber die Bemessung von Schutzarmaturen für die Leitungs- und Apparate-Isolation mit Rücksicht auf Ueberspannungen. Dr. Ing. *H. Müller*, Hescho-Mitteilungen 1928, No. 41/42.
36. Lichtbogen-Ueberschläge mit hoher Leistung an Freileitungs-Isolatoren. Dr. Ing. *K. Draeger*, E. & M. 1928, S. 953.
37. Hochspannungs-Prüfeinrichtungen zur Erzeugung von Gleich- und Stosspannungen. *Hans Mehlhorn*, Siemens Zeitschrift 1927, S. 525.
38. Neue Prüftransformatoren, Bauart B. B. C. *A. Meyerhans*, B. B. C.-Mitteilungen 1927, S. 105.
39. Die Ueberschlagspannung von Isolatoren bei verschiedenem zeitlichem Verlauf der angelegten Spannung. Dr. Ing. *Marx*, Hescho-Mitteilungen 1925, No. 17, S. 1.
40. Ein Hochspannungs-Freiluft-Versuchsfeld für 1000 kV gegen Erde. Bergmann-Mitteilungen 1928, No. 3, E. & M. 1928, S. 1147.
41. Erfahrungen und Fortschritte im Bau von Kabel-Prüfeinrichtungen für hohe Gleichspannung. *H. Mehlhorn*, Siemens-Zeitschrift 1928, S. 590.
42. Beitrag zur Messung der Spannungsverteilung bei Isolator-Oberflächen. *P. Pulides* und *A. L. Müller*, E. T. Z. 1928, S. 1648.
43. A Modern Industrial High-Pressure Laboratory. *A. Imhof*, Electrical Rewiew 1928, August 17th.
44. Die Bestimmung der Durchschlagfestigkeit von festen Stoffen im homogenen Felde. *Erwin Marx*, E. T. Z. 1929, No. 2, S. 41.

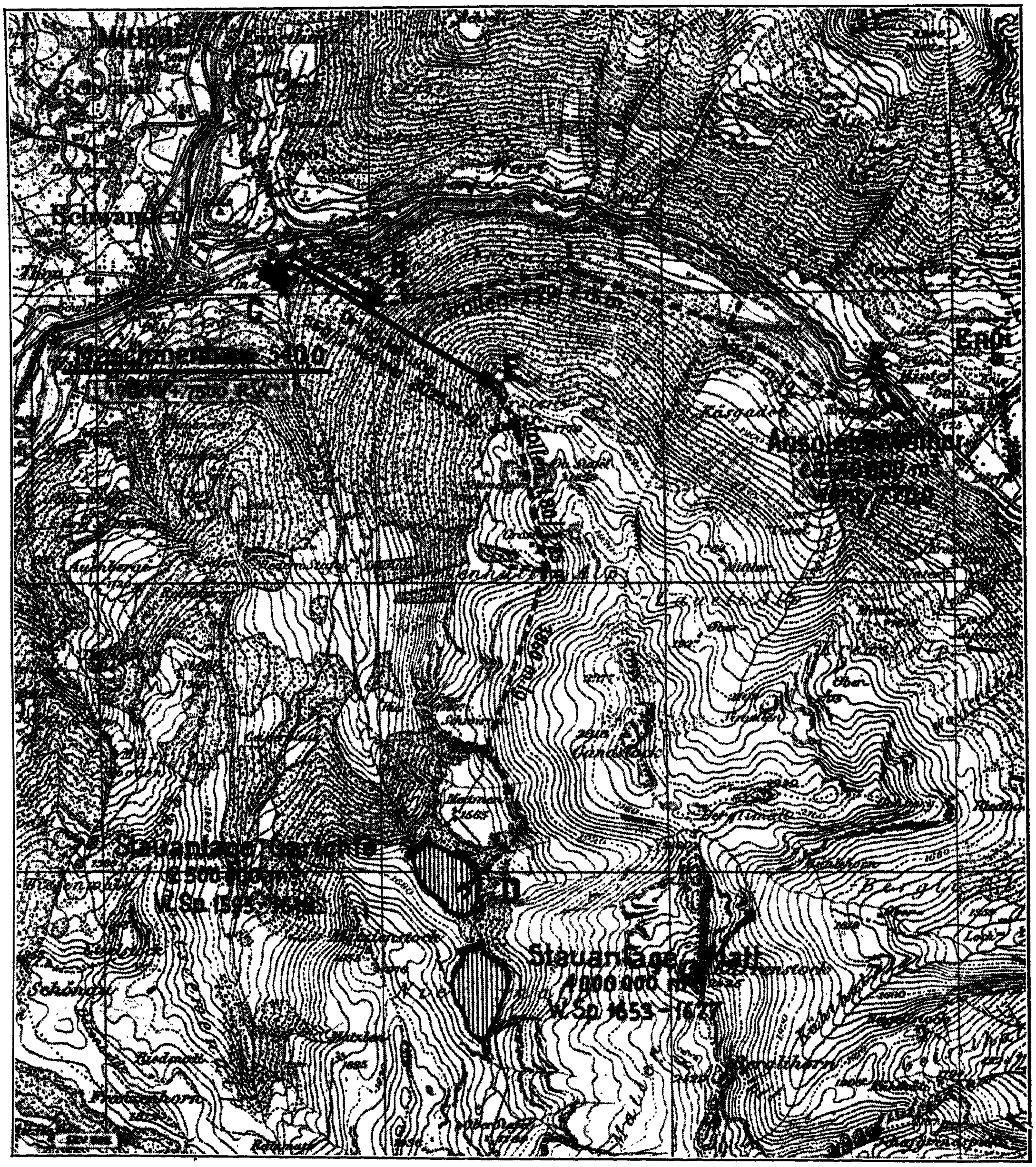
Technische Mitteilungen. – Communications de nature technique.

Kraftwerk Sernf-Niederenbach.

612 312.134(494)

Die Einwohner- und Tagwens-Gemeindeversammlungen Schwanden und die Gemeinde St. Gallen haben zu Beginn dieses Jahres die Vorlagen zur gemeinsamen Verwertung der Wasserkräfte des Sernfs und des Niederenbaches in einem Kraftwerk angenommen.

Wir geben im folgenden anhand der Berichte und Anträge des St. Gallischen Stadtrates und des Gemeinderates von Schwanden an ihre Gemeinden einen Ueberblick über das vom Ingenieurbureau F. Bösch in Zürich verfasste und von bekannten Fachleuten günstig begutachtete Projekt.



Reproduziert mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie vom 21. Febr. 1929.

Fig. 1.

Vorgesehen ist eine Kombination eines Flusskraftwerkes am Sernf als Laufwerk mit einer Hochdruckakkumulieranlage am Niederenbach Garichte-Dürsten-Herren, welch letztere hauptsächlich Winterkraft zu liefern hat.

Der Sernf wird ungefähr auf der Höhe des Bahnhofes Engi-Vorderdorf gefasst. An der Fassungsstelle hat er ein Einzugsgebiet von ca. 166 km². Für die Klärung des Sommerwassers ist eine Kläranlage und zum Ausgleich des täglichen Wasserverbrauches am linken Ufer ein Ausgleichsbecken *A* (Fig. 1 und 2) von ca. 40 000 m³ Inhalt vorgesehen. Von dort fliesst wird nur auf «Garichte» ein Staubecken von rund 2 500 000 m³ Nutzinhalt erstellt. Von hier aus wird das Wasser durch einen ca. 3860 m langen Stollen nach dem Wasserschloss *E* im «Dürsten» geleitet und in der rund 2025 m langen Druckleitung nach dem gemeinsamen Maschinenhaus in der «Herren». Das Bruttogefälle dieser Anlage beträgt rund 1070 m.

Beim zweiten Ausbau, der erst nach voller Ausnützung des ersten Ausbaues zur Ausführung kommen soll, soll auf «Matt» ein zweites Staubecken von ca. 3 500 000 m³ bis eventuell ca. 5 000 000 m³ Nutzinhalt erstellt werden.

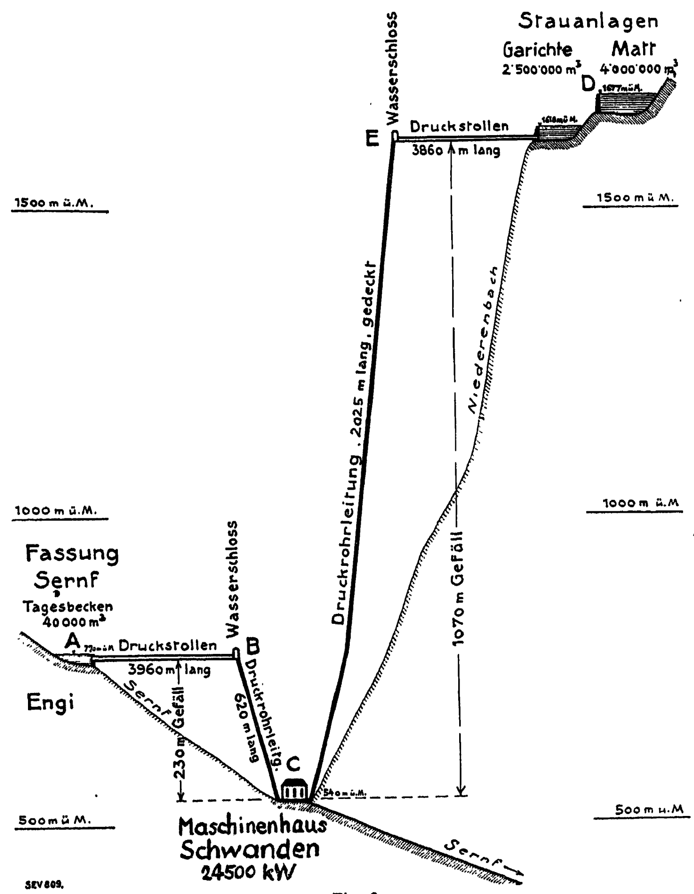


Fig. 2.

das Wasser in einem Stollen von ca. 3960 m Länge nach dem Wasserschloss *B* im sogenannten Kennel und von da durch eine Druckleitung von ca. 620 m Länge nach dem Maschinenhaus *C*, das gemeinsam mit der Hochdruckakkumulieranlage bei der Einmündung des Niederenbaches in den Sernf in Aussicht genommen ist. Das Bruttogefälle des Werkes beträgt 230 m.

Die Hochdruckanlage am Niederenbach benützt die beiden auf einer Höhe von 1600 bis 1700 m gelegenen Talmulden «Garichte» und «Matt» als Sammelbecken *D*. Im ersten Ausbau

Das Einzugsgebiet des Niederenbaches auf «Garichte» beträgt ca. 7,8 km² und ist so gross, dass der Sommerabfluss auch in den trockensten Jahren zweimal zur Füllung der beiden Staubecken ausreicht. Die geologischen Verhältnisse sind für beide Kraftwerke eingehend untersucht und sowohl für die Stauanlagen wie auch für die Stollen als günstig beurteilt worden.

Im gemeinsamen Kraftwerk sind an Maschinenleistungen vorgesehen:

im ersten Ausbau	17 000 kW
im zweiten Ausbau	7 500 kW
im Vollausbau	24 500 kW

Die minimal erzeugbare Energie beträgt im ersten Ausbau:

Winter rund	22 000 000 kWh
Sommer rund	44 000 000 kWh
Ganzes Jahr rund	66 000 000 kWh

Diese Energiemengen ergeben sich, wenn beim Sernf aus den Wassermessungen während sieben Jahren die zwölf schlechtesten Monatsergebnisse zu einem fiktiven Jahr zusammengestellt und auch beim Niederenbach minimale Wassermengen angenommen werden. In Wirklichkeit wird also ein solches Minimum kaum jemals eintreten. Nehmen wir beispielsweise als Grundlage für die Wasserwirtschaft das äusserst trockene Jahr 1921, so resultieren nachstehende Energiequantitäten:

Winter	26 300 000 kWh
Sommer	58 600 000 kWh
Ganzes Jahr	84 900 000 kWh

Der Voraussicht nach wird der erste Ausbau den Strombedarf von St. Gallen und Schwanden bis etwa zum Jahre 1945—1950 zu decken vermögen.

Dem Transport der Energie nach St. Gallen dienen die Freiluft-Transformierungsstation in Schwanden, die ca. 58 km lange Uebertragungsleitung nach St. Gallen, die Transformierungsstation in St. Gallen, ferner eine Leitung von ca. 16 km Länge nach Ziegelbrücke (Fritz und Caspar Jenny in Ziegelbrücke) und eine solche nach Engi. Die Uebertragungsleitung ist als Weitspannleitung mit Gittermasten gedacht und es war folgende Leitungsführung in Aussicht genommen: Von Schwanden verläuft die Leitung linksseitig der Talschaft bis Niederurnen und überquert dann die Linthebene. In der Nähe von Steinenbrugg (Kaltbrunn) biegt sie nach Nordosten ab, geht südlich vom Regelstein vorbei nach Ebnat, dann über Hemberg-Wald-Schönengrund nach Waldstatt und von da westlich der Urnäsch bis Hinterberg-Bruggen. Da auch die Nordostschweizerischen Kraftwerke für ihre Energielieferung an die St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke eine neue Kraftleitung projektieren, so muss auf Weisung der Eidg. Kommission für elektrische Anlagen ein gemeinsames Leitungstrace über den Ricken gesucht werden. Zurzeit sind die bezüglichen Studien noch nicht abgeschlossen, doch besteht Aussicht für eine Lösung der Energietransportanlage, die beide Unternehmungen befriedigen kann. Um vor Kostenüberschreitungen sicher zu sein, ist den bezüglichen Voranschlägen die höchste in Betracht fallende Spannung (150 000 V) zugrunde gelegt worden.

Die Baukosten gestalten sich, unter Berücksichtigung der von den Experten vorgenommenen Aufrundungen, wie folgt:

Baulicher Teil der Sernf-Anlage	Fr.	3 700 000
Baulicher Teil von Garichte-Niederenbach	»	5 800 000
Für das ganze Maschinenhaus und Diverses	»	2 500 000
Für die Schalt- und Transformierungsanlagen und Fernleitung	»	4 000 000
	Fr.	16 000 000

Es ist zu erwarten, dass sich beim Bau noch Einsparungen erzielen lassen.

Die Baukosten des zweiten Ausbaues sind zu ca. Fr. 5,5 Millionen angenommen.

Für die Verzinsung des Anlagekapitals wurden 5¼ % und als Kapitaltilgungsquote — unter Zugrundelegung einer Tilgungszeit von 80 Jahren bei 4 % Verzinsung der Rücklagen — 0,181 % eingestellt. Die Einlagen in den Erneuerungsfonds variieren zwischen 0,7 % für die Tiefbauten und 4 % für Generatoren, Transformatoren, Schalter usw. Mit Einrechnung der Kosten für die allgemeine Verwaltung, die entsprechend der Natur des Unternehmens sehr einfach ist, wurden die Jahresbetriebsausgaben zu Fr. 1 400 000 = 8,8 % des Anlagekapitals berechnet.

Die *Wasserrechtskonzessionen* für die Ausnützung des Sernf und des Niederenbaches sind vom glarnerischen Landrat am 10. Oktober bzw. 7. März 1928 der Ortsgemeinde Schwanden erteilt worden. Die Konzessionsdauer ist auf 80 Jahre festgesetzt. Die Konzessionen müssen seitens des Landrates nach Ablauf dieser Frist wieder erneuert werden, wenn sie sich im Besitze von Gemeinwesen oder eines staatlichen oder eines vorwiegend mit staatlichen oder kommunalen Mitteln betriebenen Kraft- und Lichtversorgungsunternehmens befinden. Es besteht also kein sogenanntes Heimfallsrecht, auch keine Rückkaufsklausel. Die an den Kanton Glarus zu entrichtende einmalige Konzessionsgebühr beläuft sich beim Sernf auf ca. Fr. 38 000, beim Niederenbach auf Fr. 18 370. Für glarnerische Kraftabnehmer ausserhalb des heutigen Versorgungsgebietes des Elektrizitätswerkes Schwanden ist ein Vorzugsrecht für Energiebezug zu angemessenen Bedingungen und im Verhältnis zu den Gestehungskosten stehenden Preisen eingeräumt, insgesamt bis zu 3 Millionen kWh und einer Höchstbelastung von 1000 kW ab Generator.

Der *Vertrag* zwischen der politischen Gemeinde *St. Gallen* und der Ortsgemeinde *Schwanden* sieht die Gründung einer Aktiengesellschaft S. N. (Sernf-Niederenbach) vor. Die Höhe des Aktienkapitals soll jeweilen mindestens 40 % des investierten Kapitals, das auf 16 Millionen Franken berechnet wird, betragen. (Vorgesehen ist die Schaffung eines Aktienkapitals im Betrage von 7,5 Mill. und ein Obligationenkapital in Form einer Hypothekaranleihe von 8,5 Mill.). Am Aktienkapital beteiligen sich die politische Gemeinde St. Gallen mit zwei Dritteln und die Ortsgemeinde Schwanden mit einem Drittel. Eine Uebertragung von Aktien an einen Dritten kann nur unter gegenseitigem Einverständnis erfolgen. Jeder Kontrahent ist berechtigt und verpflichtet, im Verhältnis seines Aktienbesitzes die Emission des Obligationenkapitals zu übernehmen. Die Leitung des Unternehmens besorgt ein Verwaltungsrat aus neun Mitgliedern, von denen zwei Drittel durch die Stadt St. Gallen (Gemeinderat) und ein Drittel durch die Ortsgemeinde Schwanden bezeichnet werden.

Die Gesellschaft übernimmt die beiden, heute noch der Gemeinde Schwanden gehörenden

Konzessionen und die den beiden Kontrahenten bis zur konstituierenden Generalversammlung erwachsenden Auslagen und Spesen, ferner die gemäss Separatverträgen zu bestimmende Ablösung für den Wasserentzug, von welchem das bestehende Werk Schwanden betroffen wird, die Entschädigung an die Bürgergemeinde Schwanden und die Ausbeutung der Wassergerechtigkeit.

Der Bau muss im Frühjahr 1929 begonnen und so gefördert werden, dass am 1. Juli 1931 mit der Stromlieferung begonnen werden kann.

Zu Lasten der S. N. gehen sämtliche, oben unter «Baukosten» aufgeführten Anlagen. St. Gallen hat Anspruch auf zwei Drittel, Schwanden auf einen Drittel der Energie. Wenn ein Kontrahent seinen Anteil nicht voll benötigt, so hat in erster Linie der andere Kontrahent Anspruch auf die freie Energiequote. Die beiden Kontrahenten sind verpflichtet, ihren gesamten Fremdstrombedarf bei den S. N. einzudecken. U. a. ist auch eine Mindestbezugspflicht von 21 Mill. kWh für St. Gallen und von 3 Mill. kWh für Schwanden stipuliert. Den Kontrahenten ist die Erstellung von Reserve- und Spitzenanlagen gestattet.

Die Frage der Entschädigung für den Wasserentzug, den das bestehende Elektrizitätswerk Schwanden durch die projektierte Anlage erleidet, wird in einem Vertrage zwischen der S. N. und der Einwohnergemeinde Schwanden geregelt. Die Entschädigung soll durch Gratislieferung von Strom erfolgen, und zwar für die Wintermonate (1. Oktober bis 31. März) 850 000 kWh bei einer Spitzenleistung von 500 kW. In der Zeit vom 1. April bis 30. September hätten die S. N. dem Werke Schwanden so viel Ergänzungsenergie bei einer Maximalleistung von 1000 kW gratis zu liefern, dass es einen durchgehenden Betrieb von 1500 kW Leistung aufrecht erhalten kann. Die Gratisenergie darf jedoch nur bezogen werden, wenn das Elektrizitätswerk Schwanden seine Anlage bzw. das ihm zur Verfügung stehende Wasser voll ausnützt.

Unter Zugrundelegung der Jahresbetriebskosten von Fr. 1 400 000 und einer Jahresenergiemenge von ca. 40 Mill. kWh ergibt sich beim ausgenützten Werk ein maximaler Gestehungspreis von 3,5 Rp. per kWh, loco St. Gallen und Schwanden in 10 000 V. In dieser Berechnung der Gestehungskosten per kWh sind die Einnahmen aus den 20—30 Mill. kWh Sommerenergie nicht berücksichtigt.

Am 30. Juni 1931 läuft der Vertrag der politischen Gemeinde St. Gallen mit den St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerken (S. A. K.) ab. Infolge des Beschlusses, zusammen mit Schwanden ein eigenes Kraftwerk zu bauen, kommt ein weitgehender Fremdstrombezug für die Stadt St. Gallen vom Sommer 1931 an nicht mehr in Frage (1928 wurden rund 19 Mill. kWh Fremdstrom bezogen).

Dienstag, den 5. März 1929, fand in Schwanden die konstituierende Generalversammlung der Aktiengesellschaft Kraftwerk Sernf-Niederenbach statt. Dem Verwaltungsrat gehören an: E. Hardegger, Stadtrat, St. Gallen; Dr. W. Härtsch, Rechtsanwalt, St. Gallen; Dr. H. Hefti, Gemeindepräsident, Schwanden; C. Jenny, Fabrikant, Ziegelbrücke; E. Schenker, Architekt, St. Gallen; Dr. Ed. Scherrer, Stadtammann, St. Gallen; G. Schneider, Lokomotivführer, St. Gallen; Beat Stoffel, Kaufmann, St. Gallen; J. Zuppinger, Landrat, Schwanden. Als Präsident für die erste Amtsperiode (4 Jahre) wurde bestimmt: Stadtrat E. Hardegger; als Vizepräsident: Gemeindepräsident Dr. H. Hefti. Die Protokollführung besorgt M. E. Gränicher, Betriebsleiter des E. W. Schwanden.

Der geschäftsführende Ausschuss wurde bestellt aus den Herren Präsident E. Hardegger, Vizepräsident Dr. Hefti und Gemeinderat E. Schenker; Protokollführer Hr. Gränicher.

Kontrollstelle: Als Rechnungsrevisor wurde gewählt: Herr A. Balzer, a. Stadtrat, St. Gallen; als Ersatzmann: Herr Zoppi, Schwanden.

Mit der Direktion betraute der Verwaltungsrat Herrn Ingenieur A. Zaruski, Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt St. Gallen, St. Gallen.

Kraftwerke Klingnau und Wildegg-Brugg.

612.312.134(494)

Aus dem Bericht des aargauischen Regierungsrates an den Grossen Rat vom 22. Februar 1929 ist zu ersehen, dass die beiden genannten Werke nun durch eine zu gründende Aktiengesellschaft Aarewerke A.-G. gebaut werden sollen.

Die *Aarewerke A.-G.* wird ein Aktienkapital von 30 Millionen und ein Obligationenkapital von 40 Millionen haben. Am Aktienkapital sind beteiligt:

der Kanton Aargau mit	35 %,	d. h.	10,5	Mill.
die N. O. K. mit	10 %	»	3	»
die Motor-Columbus A.-G. mit	10 %	»	3	»
die Bernischen Kraftwerke mit	10 %	»	3	»
das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk mit	30 %	»	9	»
die Schweizerische Kreditanstalt mit	5 %	»	1,5	»

Der Kostenvoranschlag beläuft sich für das Kraftwerk Klingnau auf 30 Millionen, für das Kraftwerk Wildegg-Brugg auf 40 Millionen.

	in Klingnau	in Wildegg
Die Minimalleistung beträgt	8 000 kW	9 600 kW
Die Maximalleistung beträgt	27 500 kW	42 000 kW

Die mögliche Energieproduktion beträgt jährlich im Durchschnitt: in Klingnau 192 Mill. kWh, in Wildegg 264 Mill. kWh.

Der Kanton Aargau hat aus beiden Werken zusammen Anrecht auf eine konstante Energiequote von 2000 kW zum Preise von Fr. 137.50 pro kW und Jahr.

Die Gruppe der schweizerischen Kraftwerke hat das Recht, zu der ihr passenden Zeit, aber gegen Voranzeige, jeweils ⅔ der zur Verfügung stehenden Leistung, im Maximum 20 000 kW, in Anspruch zu nehmen und jährlich 30 Millionen kWh zu beziehen. (Für die schweizerischen Elektrizitätswerke bedeutet diese Abmachung in betriebstechnischer Beziehung gleichviel wie ein Speicherwerk von 30 Millionen kWh Inhalt und 12 000 kW installierter Leistung.)

Die übrige Energiemenge (ca. 400 Mill. kWh jährlich) kann das R. E. W., wie ihm beliebt, ausserhalb der Schweiz verwenden.

Das R. E. W. hat für die gesamten der Aarewerke A.-G. erwachsenden Kosten aufzukommen, bestehend in

a) Kosten für Verwaltung, Betrieb und Unterhalt;

b) Wasserzinsen, Steuern und sonstige öffentliche Abgaben;

c) Verzinsung der Schulden, wobei eine mindestens 20jährige Anleihedauer der Obligationen vorausgesetzt ist;

d) einem Betrag von zunächst 2,5 % (nach 40 Jahren 1 %) des jeweiligen effektiven Anlagekapitals. In diesem Betrag sind sämtliche oben nicht erwähnten Posten, wie Abschreibungen, Erneuerungen, Rücklagen, Schuldentilgung usw. enthalten;

e) einer Dividende auf das Aktienkapital, die jeweils um 2 % höher ist als der Lombard-Zinsfuss, den die Schweizerische Nationalbank im Mittel des betreffenden Jahres verzeigt, die mindestens aber 7, später 8 und 9 % betragen soll.

Für die von Schweizerwerken bezogene Energie bezieht das R. E. W. von den ersteren pro kWh einen Preis, der sich aus folgender Formel berechnet:

$$\frac{\text{Gesamtkosten (s. oben: } a+b+c+d+e)}{0{,}9 \text{ im Jahre erzeugte Energie}} + X,$$

wo X einen Zuschlag bedeutet, der im regierungsrätlichen Berichte nicht angegeben wird.

Die bisherigen für Klingnau auf den Namen der Ing. Moor & E. Affeltranger und für Wildegg-Brugg der A.-G. Motor-Columbus erteilten Wasserrechtskonzessionen werden auf die neue Gesellschaft «Aarewerke» übertragen, die sich mit den bisherigen Konzessionsinhabern abgefunden hat. Die Konzessionsdauer beträgt 80 Jahre.

Bei der Vergebung und Ausführung der Arbeiten und Lieferungen, inbegriffen Regiearbeiten, sind Industrie und Gewerbe der Schweiz, vor allem des Kantons Aargau, unter der Voraussetzung der Einhaltung konkurrenzfähiger Preise und Leistungen, vorzugsweise zu berücksichtigen.

Den Mitteilungen in der Tagespresse ist zu entnehmen, dass der Grosse Rat am 11. März den Anträgen des Regierungsrates zugestimmt hat.

Auftauen eingefrorener Wasserleitungen.

644.26:628

Aus verschiedenen Orten der Schweiz erhalten wir Zuschriften über das Auftauen eingefrorener Wasserleitungen mittels des elektrischen Stromes, und über die guten, damit erzielten Resultate. Teilweise, wie z. B. in Aarau und in Neuenburg, haben während der vergangenen Frostperiode die Elektrizitätswerke und die Wasserversorgungen die nötigen Apparate zur Verfügung gestellt.

Das Auftauen geschieht in einfacher Weise dadurch, dass durch die gefrorene Wasserleitung ein Strom geschickt wird. Wir haben bereits im Bull. 1920, No. 12, S. 334, in einer Mitteilung von Ing. E. Meyer, Frauenfeld, über diese Methode berichtet. Auf diesem Prinzip beruhende Apparate können, wie wir erfahren, von der Firma Emil Kägi, sanitäre Anlagen, Wädenswil, bezogen werden.

Es ist aber leicht möglich, insbesondere für ein Elektrizitätswerk, sich die nötige Apparatur selbst zurecht zu machen. Benötigt wird ein Transformator von einigen (etwa 3 bis 15) kW Leistung. Die Wicklung, welche den zum Auftauen der Wasserleitung nötigen Strom liefert, kann ad hoc hergestellt werden, indem man um einen Schenkel ein Kabel von 50 bis 100 mm² Querschnitt in etwa 20 bis 100 Windungen führt. Die ursprüngliche Niederspannungswicklung dient jetzt als Primärwicklung. Die ursprüngliche Hochspannungswicklung wird am besten entfernt, da sie lebensgefährlich ist. Das Kabel soll so lang sein, dass der Strom durch eine bis etwa 50 bis 60 m lange Wasserleitung geleitet werden kann, was in den meisten Fällen genügen dürfte. Zur Orientierung über die Stromstärke wird noch ein Ampèremeter nötig sein. Die Apparatur wird wohl vorteilhaft fahrbar gemacht.

Die nötige Stromstärke beträgt je nach Querschnitt der Wasserleitung etwa 60 bis 400 A, die Sekundärspannung 10 bis 60 V. Der Auftauprozess benötigt selten mehr als 20 Minuten; bei genügender Stromstärke spielt er sich in 2 Minuten ab. Das E. W. Aarau konnte mit zwei Apparaten täglich 10 bis 15 gefrorene Wasserleitungen auftauen. In Neuenburg sollen nicht nur gewöhnliche Leitungen von etwa bis 2″ Durchmesser, sondern sogar teilweise gefrorene Gussröhrenleitungen von 80 bis 100 mm Durchmesser auf einer Länge von 70 bis 180 m nach dieser Methode aufgetaut worden sein.

Statistik des Verkaufs elektrischer Wärmeapparate für den Haushalt in der Schweiz im Jahre 1928.

640

Von Ing. *A. Härry*, Zürich.

Im Bull. S. E. V. 1928, No. 6, habe ich zum ersten Male die Entwicklung des Verkaufes elektrischer Wärmeapparate für den Haushalt in der Schweiz für die Jahre 1913 bis 1927 dargestellt. Inzwischen sind auch die Resultate für das Jahr 1928 bekannt geworden. An den Erhebungen sind folgende schweizerische Firmen elektrothermischer Apparate beteiligt:

Ardor S. A., Fabrik elektrischer Apparate, Giubiasco;
Bachmann & Kleiner A.-G., Oerlikon;
Gebr. Bertschinger, Lenzburg;
E. Boller & Co., Fabrik für elektrische Heizung, Wädenswil;
F. Ernst, Ing., Zürich (für die Fabrikate «Albis»);
Gebr. Keller, Olten (Patent «Wega»-Automaten);
Kummler & Matter A.-G., Aarau;
Maxim A.-G., Fabrik elektrischer Heiz- und Kochapparate, Aarau;
Oberrauch & Milentz, Davos;
Salvis A.-G., Fabrik elektrischer Apparate, Luzern;

Fr. Sauter A.-G., Fabrik elektrischer Apparate, Basel;
Schnurrenberger & Co., Luzern, vorm. R. Zemp, elektrische Heizungen;
Fabrik elektrischer Oefen und Kochherde in Sursee;
Therma, Fabrik für elektrische Heizung A.-G., Schwanden;
Zent A.-G., Ostermundigen-Bern.

Wie man erkennt, fehlen einige Fabriken, doch sind die genannten von überragender Bedeutung. Nicht in die Statistik eingeschlossen sind die aus dem Ausland importierten Apparate, anderseits sind auch Apparate mitgezählt, die als Ersatz für ältere Apparate dienen oder überhaupt nicht mehr gebraucht werden. Man kann annehmen, dass sich diese Zahlen gegenseitig aufheben, so dass die Statistik der Wirklichkeit sehr nahe kommen wird.

Nachstehende Tabelle gibt Aufschluss über *Zahl und Anschlusswert* der einzelnen wichtigsten Apparatekategorien Ende 1927, die Zunahme im Jahre 1928 und den Stand auf Ende 1928.

Im Jahre 1928 hat die Zahl der Apparate um *130 520,* gegenüber 123 000 im Jahre 1927, zugenommen. An der Zunahme sind beteiligt die Kochherde mit 15 600 (15 000), die Bügeleisen mit 47 000 (42 000), die Warmwasserspeicher (Boiler) mit 17 000 (13 000) usw. Der Anschlusswert aller Apparate hat 1928 um rund *141 800 kW* zugenommen. *Ende 1928* betrug die Zahl aller Wärmeapparate rund 1 293 630 mit einem Anschlusswert von 1 074 800 kW.

Die Statistik zeigt auch im Berichtsjahre eine erfreuliche Steigerung der Verwendung elektrischer Wärmeapparate, die auch in der guten Beschäftigung der in Betracht kommenden Industrien zum Ausdruck gekommen ist.

	Totaler Anschluss Ende 1927		1928 neu angeschlossen		Totaler Anschluss Ende 1928	
	Zahl	Anschlusswert kW	Zahl	Anschlusswert kW	Zahl	Anschlusswert kW
Kochherde und Réchauds	108 000	208 500	15 600	55 100	123 600	263 600
Schnellkocher, Tee-, Kaffeemaschinen	163 000	69 080	13 000	5 150	176 000	74 230
Brotröster	33 000	12 830	2 300	1 090	35 300	13 920
Bügeleisen	556 000	229 600	47 000	20 500	603 000	250 100
Heizöfen aller Art	123 000	198 000	13 000	20 800	136 000	218 800
Strahler	75 500	48 200	18 000	12 800	93 500	61 000
Warmwasserspeicher	52 000	83 000	17 400	20 800	69 400	103 800
Pâtisserie- und Backöfen	350	9 700	30	300	380	10 000
Kochkessel, inkl. Siedekessel	520	3 080	90	570	610	3 650
Wärme- und Trockenschränke	6 610	5 500	70	170	6 680	5 670
Futterkocher	1 210	2 610	480	1 030	1 690	3 640
Diverse Apparate (Hausbacköfen, Grills, Durchlaufrohre, Bratpfannen, Autokühler-Wärmer etc.)	43 810	62 900	3 550	3 490	47 470	66 390
Total	1 163 000	933 000	130 520	141 800	1 293 630	1 074 800

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Energieerzeugung der Schweiz. Bundesbahnen und Fortschritt der Elektrifikationsarbeiten im IV. Quartal 1928. 621.311(494)

1. Energieerzeugung.

Der Gesamtverbrauch an elektrischer Energie erreichte im Berichtsquartal 111 077 000 kWh (101 323 000 kWh) [1]). Hiervon entfielen 107 394 000 kWh auf die elektrische Zugförderung der Bundesbahnen (99 194 000 kWh), während der Rest für andere Dienste und für den Betrieb anderer Bahnen verwendet wurde. Der Mehrverbrauch von 8 200 000 kWh rührt in der Hauptsache von der elektrischen Heizung der Züge sowie von der Inbetriebsetzung der Strecke Oerlikon-Schaffhausen (15. Dezember) her.

Von den oben angeführten 111 077 000 kWh (101 323 000 kWh) wurden 105 194 000 kWh gleich 94,70 % (96 237 000 kWh) von den eigenen und 5 883 000 kWh gleich 5,30 % (5 086 000 kWh) von bahnfremden Kraftwerken geliefert.

Die in bahneigenen Kraftwerken erzeugte Energie verteilt sich wie folgt:

	kWh	kWh
Kraftwerk Massaboden	1 375 000	(1 235 000)
Kraftwerkgruppe Amsteg/Ritom	60 691 000	(67 387 000)
Kraftwerkgruppe Vernayaz/Barberine	43 128 000	(27 615 000)

[1]) Die Zahlen in Klammern beziehen sich auf das vorhergehende III. Quartal (s. Bull. S.E.V. 1928, No. 24, S. 799).

Ausserdem lieferten die eigenen Kraftwerke im Berichtsquartal noch insgesamt 19 203 000 kWh (37 963 000 kWh) Ueberschussenergie an Dritte für Industriezwecke, wovon 8 767 000 kWh (14 754 000 kWh) aus dem Kraftwerk Amsteg, 7 456 000 kWh (20 194 000 kWh) aus dem Kraftwerk Vernayaz und 2 980 000 kWh (3 015 000 kWh) aus dem Kraftwerk Massaboden. Von der Gesamtabgabe von 124 397 000 kWh (134 200 000 kWh) der eigenen Kraftwerke, einschliesslich Ueberschussenergie, würden im Berichtsquartal 29 596 000 kWh (7 014 000 kWh) gleich 23,8 % (5,2 %) von den Akkumulierwerken Ritom und Barberine abgegeben, der Rest von 94 801 000 kWh (127 186 000 kWh) gleich 76,2 % (94,8 %) haben die Flusswerke Massaboden, Amsteg (mit Göschenen) und Vernayaz geliefert.

2. Kraftwerke.

Kraftwerk Ritom. Der Ritomsee erreichte Ende Oktober seinen vollen Stauinhalt (27 Millionen m^3). Mit der Absenkung wurde anfangs Dezember begonnen und am Ende des Berichtsquartals betrug die zur Verfügung stehende nutzbare Wassermenge noch rund 23 Millionen m^3. Die Sicherungsarbeiten am Wasserschloss waren Ende Oktober vollendet und von diesem Zeitpunkt an ist der Stollen als Druckstollen in Betrieb.

Kraftwerk Barberine. Die Inbetriebnahme des zweiten Stranges der Druckleitung erfolgte anfangs Dezember. Die Montage der vierten Maschinengruppe sowie die Erweiterung der Schaltanlage sowohl für diese als auch für die Maschinengruppe des Nebenkraftwerkes Trient, welches vom Kraftwerk Barberine aus bedient wird, wurde beendet.

Nebenkraftwerk Trient. Die Montage der Druckleitung und der Maschinengruppe wurde zu Ende geführt. Der Trient wird seit 21. Dezember in den Zulaufkanal des Kraftwerkes Vernayaz geleitet, jedoch ohne Ausnützung des Wassers im Nebenkraftwerk. Die Inbetriebnahme des Nebenkraftwerkes Trient wird Ende Januar 1929, nach Durchführung der Abnahmeproben, stattfinden.

3. Fahrleitungen.

Strecke Oerlikon-Schaffhausen. Die Strecke Oerlikon-Schaffhausen (42 km) wurde am 15. Dezember dem elektrischen Betrieb übergeben, womit die erste Etappe der Elektrifizierung der Schweizerischen Bundesbahnen abgeschlossen ist.

4. Elektrische Lokomotiven und Motorwagen.

Am 1. Oktober waren an elektrischen Einphasenwechselstrom-Lokomotiven und -Motorwagen vorhanden:

Zu 15 000 Volt	381
Zu 5 500 Volt	12
Im Berichtsquartal wurden übernommen:	
A^e 4/7-Lokomotiven	6
E^e 3/3-Lokomotiven	7
F^e 4/4-Gepäckmotorwagen	8
Bestand auf 31. Dezember	414

Beim Eidg. Departement des Innern nachgesuchte Stromausfuhrbewilligungen [1]).

Die *Bernischen Kraftwerke A.-G.* in Bern stellen das Gesuch, elektrische Energie aus ihren Anlagen nach Frankreich, an die Société électrique du Jura in Besançon auszuführen.

Die auszuführende Energiemenge soll, in Bassecourt gemessen, maximal 192 000 Kilowattstunden pro Tag betragen. Die Leistung der Ausfuhr soll dabei maximal 11 000 Kilowatt nicht überschreiten. Die Lieferung ist im Winter bei ungünstiger Wasserführung vertraglich einschränkbar auf 42 000 Kilowattstunden pro Tag und eine Leistung von 8000 Kilowatt, bei ausserordentlich ungünstigen Wasserverhältnissen auf 21 000 Kilowattstunden pro Tag und eine Leistung von 8000 Kilowatt.

Die auszuführende Energie soll an französische Elektrizitätsgesellschaften mit kalorischer Energieproduktion abgegeben werden und denselben als Ersatz für kalorisch erzeugte Energie dienen.

Die Ausfuhr soll im Sommer 1929 beginnen dürfen. Die Ausfuhrbewilligung wird für eine Dauer von 25 Jahren nachgesucht.

Zum Zwecke der Ausfuhr ist auf Schweizerboden die Erstellung einer neuen Uebertragungsleitung von Bassecourt bis an die Schweizergrenze bei Epiquerez notwendig.

Gemäss Art. 6 der Verordnung über die Ausfuhr elektrischer Energie vom 4. September 1924 wird dieses Begehren hiermit veröffentlicht. Einsprachen und andere Vernehmlassungen irgend welcher Art sind beim Eidg. Amt für Wasserwirtschaft bis spätestens den 6. März 1929 einzureichen. Ebenso ist ein allfälliger Strombedarf im Inlande bis zu diesem Zeitpunkt anzumelden. Nach diesem Zeitpunkt eingegangene Einsprachen und Vernehmlassungen sowie Strombedarfsanmeldungen können keine Berücksichtigung mehr finden.

Der *Regierungsrat des Kantons Aargau* stellt das Gesuch, es sei ihm zuhanden einer neu zu gründenden schweizerischen Aktiengesellschaft mit Sitz im Kanton Aargau die Bewilligung zur Ausfuhr elektrischer Energie aus dem projektierten Aare-Kraftwerk Wildegg-Brugg an das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk in Essen an der Ruhr (R. W. E.) zu erteilen [2]).

Die Ausfuhrbewilligung wird für die gesamte im Kraftwerk Wildegg-Brugg erzeugbare Energie nachgesucht, soweit sie nicht gemäss Konzession dem Kanton Aargau zugesichert ist. Im Winter ist die Einschränkung der Energieausfuhr um maximal ⅔ der jeweilen insgesamt verfügbaren Leistung vorgesehen.

Die Bewilligung wird für eine Dauer von 30 Jahren nachgesucht und das Gesuch gestellt, dass die Erneuerung dieser Bewilligung um weitere 10 Jahre zugesichert werde für den Fall, dass die Energie nach Ablauf der ersten 30 Jahre im Inlande keine angemessene Verwendung finde.

---

1) Bundesblatt No. 6, Seiten 180 und 181.
2) Vergl. S. 173.

Nach den Angaben des Gesuchstellers wird beabsichtigt, das Kraftwerk Wildegg-Brugg für eine maximale Leistung von 42 500 Kilowatt auszubauen, wobei die mittlere jährliche Energieproduktion ca. 260 Millionen Kilowattstunden betragen würde.

Es ist vom Gesuchsteller in Aussicht genommen, dass sich am Aktienkapital der zu gründenden Gesellschaft der Kanton Aargau mit 35 %, die Bernischen Kraftwerke A.-G., die A.-G. Motor-Columbus und die Nordostschweizerischen Kraftwerke A.-G. mit zusammen 30 %, die Schweizerische Kreditanstalt mit 5 % und das R. W. E. mit 30 % beteiligen.

Zum Zwecke der Ausfuhr ist auf schweizerischem Gebiete die Erstellung einer neuen Uebertragungsleitung von Brugg nach Klingnau und von dort über den Rhein nach Waldshut notwendig.

Gemäss Art. 6 der Verordnung über die Ausfuhr elektrischer Energie, vom 4. September 1924, wird dieses Begehren hiermit veröffentlicht. Einsprachen und andere Vernehmlassungen irgend welcher Art sind beim Eidg. Amt für Wasserwirtschaft bis spätestens den 6. März 1929 einzureichen. Ebenso ist ein allfälliger Strombedarf im Inlande bis zu diesem Zeitpunkte anzumelden. Nach diesem Zeitpunkte eingegangene Einsprachen und Vernehmlassungen sowie Strombedarfsanmeldungen können keine Berücksichtigung mehr finden.

Die Energieerzeugung der Kraftwerke und der Fremdstromenergiebezug der Schweiz. Bundesbahnen im Jahre 1928.

An Hand der Quartalberichte der Schweiz. Bundesbahnen[1]) pro 1928 haben wir die nachstehende Tabelle zusammengestellt:

Kraftwerkgruppe	I. Quartal kWh	II. Quartal kWh	III. Quartal kWh	IV. Quartal kWh	Total 1928 kWh	Total 1927 kWh
Ritom - Amsteg - Göschenen	40 851 000	52 777 000	67 387 000	60 691 000	231 706 000	205 386 000
Barberine-Vernayaz . . .	50 383 000	35 687 000	27 615 000	43 128 000	156 813 000	89 120 000
Massaboden	973 000	800 000	1 235 000	1 375 000	4 383 000	4 626 000
Eigene Energieerzeugung, Einphasenstrom $16^2/_3$ ∼	92 207 000	89 264 000	96 237 000	105 194 000	382 902 000	299 132 000
Fremdstrom - Einphasen - Energiebezug $16^2/_3$ ∼ .	4 812 000	4 592 000	5 086 000	5 883 000	20 373 000	18 406 000
Total zur Verfügung stehender Einphasenstr. $16^2/_3$ ∼	97 019 000	93 856 000	101 323 000	111 077 000	403 275 000	317 538 000
Hievon für eigene Traktionszwecke benutzt . .	93 068 000	91 496 000	99 194 000	107 394 000	391 152 000	307 421 000
Drehstromenergie-Abgabe 50 ∼						
ab Amsteg an S. K. . .	9 754 000	19 419 000	14 754 000	8 767 000	52 694 000	62 923 000
ab Vernayaz an E. O. S.	12 809 000	19 291 000	20 194 000	7 456 000	59 750 000	41 955 000
ab Massaboden . . .	1 643 000	659 000	3 015 000	2 980 000	8 297 000	10 907 000
Totale Drehstromenergieerzeugung 50 ∼ . . .	24 206 000	39 369 000	37 963 000	19 203 000	120 741 000	115 785 000
Im Berichtsquartal sind in elektrischen Betrieb gekommen die Linien . .		11. V. Sargans-Chur. 15. V. Zollikofen-Biel. 15. V. Münster-Delsberg. 15. V. Winterthur-Romanshorn-Rorschach.		15. XII. Oerlikon-Schaffhausen.		

[1]) Siehe Bulletin S.E.V. 1928, No. 8, S. 265; No. 12, S. 404; No. 18, S. 599; No. 24, S. 799 und S. 175 dieser Nummer.

Unverbindliche mittlere Marktpreise je am 15. eines Monats.

Prix moyens (sans garantie) le 15 du mois.

		März *mars*	Vormonat Mois précédent	Vorjahr Année précédente
Kupfer (Wire bars) *Cuivre (Wire bars)*	Lst./1016 kg	91/10	84/10	66/10
Banka-Zinn . . . *Etain (Banka)* . .	Lst./1016 kg	224/—	230/10	228/18
Zink . . . . . . *Zinc*	Lst./1016 kg	26/7/6	26/2/6	25/6
Blei . . . . *Plomb*	Lst./1016 kg	23/5	23/6/3	19/17
Formeisen . . . *Fers profilés* . . .	Schw. Fr./t	128.—	128.—	124.—
Stabeisen . . . . *Fers barres* . . .	Schw. Fr./t	159.—	159.—	135.—
Ruhrnuss-kohlen *Charbon de la Ruhr* } II 30/50	Schw. Fr./t	46.50	46.50	42.50
Saarnuss-kohlen *Charbon de la Saar* } I 35/50	Schw. Fr./t	45.—	43.—	42.—
Belg. Anthrazit . . *Anthracite belge* .	Schw. Fr./t	70.—	70.—	70.—
Unionbrikets . . . *Briquettes (Union)* .	Schw. Fr./t	38.—	38.—	38.—
Dieselmotorenöl (bei Bezug in Zisternen) . . . . *Huile pour moteurs Diesel (en wagon-citerne)*	Schw. Fr./t	103.—	105.—	112.50
Benzin *Benzine* } (0,720) .	Schw. Fr./t	265.—	265.—	240.—
Rohgummi . . . . *Caoutchouc brut* .	sh/lb	1/0 5/8	1/0 1/2	1/0 1/4
Indexziffer des Eidgenössischen Arbeitsamtes (pro 1914=100) . . . *Nombre index de l'office fédéral (pour 1914=100)*		161	161	162

Bei den Angaben in engl. Währung verstehen sich die Preise f. o. b. London, bei denjenigen in Schweizerwährung franko Schweizergrenze (unverzollt).

Les prix exprimés en valeurs anglaises s'entendent f. o. b. Londres, ceux exprimés en francs suisses, franco frontière (sans frais de douane).

Rapport de gestion de l'Energie de l'Ouest Suisse (E. O. S.) sur l'exercice de l'année 1927.

Cette entreprise a terminé en 1927 quelques travaux de complément qui en font un organisme cohérent permettant une utilisation rationnelle et aussi complète que possible des Centrales de la Suisse Romande.

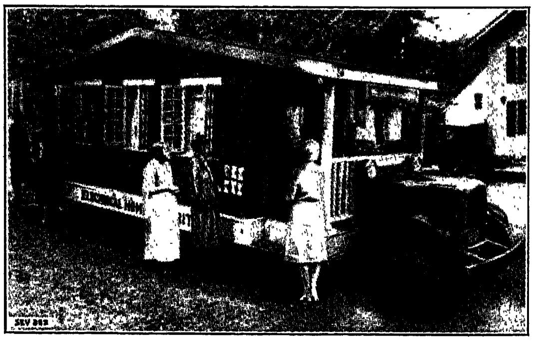
La production d'énergie dans ses usines propres s'est montée à 78 millions de kWh, le mouvement général sur les lignes de l'E. O. S. a atteint le chiffre de 130 millions de kWh.

Les recettes d'exploitation ont été de fr. 2 772 218, les dépenses d'exploitation, y compris l'achat d'énergie, se sont montées à fr. 1 503 308, les intérêts passifs à fr. 250 000. L'exploitation a laissé un bénéfice de fr. 1 032 992. Fr. 679 442 ont été consacrés à des amortissements et des versements à des fonds de réserve, fr. 312 000 au dividende de 6 % sur la capital actions de 5,2 millions, fr. 30 000 à des gratifications.

Le capital-obligation est toujours de 5 millions.

Exposition itinérante des applications électriques domestiques. 621.311.(005)

A la page 602 du Bulletin de 1928 nous avons parlé des voitures de démonstration de la Société «Nord-Lumière». Dans l'«Electrical World», du 19 janvier 1929, nous trouvons une description d'une voiture du même genre de la «Twin State Gas & Electric Co.» de Boston, Mass.



Nous reproduisons ci-dessus la vue de cette voiture automobile, disposée pour pouvoir être connectée aux réseaux à 110 et à 220 volts. L'arrivée de la voiture est annoncée 2 jours à l'avance. Un fourneau électrique est offert dans chaque localité comme prix à celui qui répondra le mieux à certaines devinettes.

Geschäftsbericht des Elektrizitätswerkes des Kantons Zürich vom 1. Juli 1927 bis 30. Juni 1928.

Der Energieumsatz betrug im verflossenen Geschäftsjahr 180,9 Millionen kWh, gegenüber 164,4 Millionen kWh im Vorjahre, entsprechend einer Zunahme von 10 %. Mehr als 9/10 dieser Energie sind von den N. O. K. bezogen worden; der Rest wurde selbst erzeugt.

Der Anschlusswert in den eigenen Verteilanlagen und denjenigen der Wiederverkäufer ist gestiegen in den

	kW		kW
Lichtanlagen von	41 312	auf	44 948
motorischen Anlagen von	129 395	auf	136 361
thermischen Anlagen von	112 241	auf	121 806

Das Leistungsmaximum erreichte ca. 44 100 kW, gegenüber 40 000 kW im Vorjahre.

Von der Beteiligung bei den N. O. K. (10,92 Millionen) absehend, betrugen die Betriebseinnahmen Fr. 12 717 170.

Die Betriebsausgaben (inklusive Zinsen des in den eigenen Anlagen investierten Kapitals) betrugen Fr. 10 460 478. In der letzten Zahl figuriert der Energieankauf mit 6,27 Millionen.

Die Differenz ist zu Abschreibungen aller Art und zu Einlagen in den Reserve- und Erneuerungsfonds verwendet worden.

Die den E. K. Z. gehörenden Stromerzeugungs- und Verteilanlagen stehen mit Franken 20 177 321 zu Buche. Im Berichtsjahre sind weitere Tarifreduktionen vorgenommen worden; der mittlere Verkaufspreis der Energie beträgt noch 6,6 Rp.

Miscellanea.

Kraftwerke Oberhasli A.-G. Wie die Tagespresse meldet, ist die im vergangenen Herbst begonnene Montage der beiden ersten Maschinengruppen des Kraftwerkes Handeck so rasch gefördert worden, dass in der Nacht vom 18. auf den 19. Februar die erste Gruppe über die neue Hochspannungsleitung, die von Innertkirchen über den Brünig nach Bickigen (bei Wynigen an der Linie Olten-Bern) führt [1]), mit dem Netz der Bernischen Kraftwerke parallel geschaltet werden konnte. Die Speicherseen auf der Grimsel und auf Gelmer weisen naturgemäss noch keinen grossen Wasservorrat auf und die regelmässige Energielieferung kann erst im nächsten Sommer einsetzen. Die derzeitigen Lieferungen des Kraftwerkes Handeck von 10 000 bis 15 000 Kilowatt leisten aber bei der gegenwärtigen Energieknappheit recht gute Dienste.

[1]) Siehe Bull. S. E. V. 1928, No. 22, Seite 740.

Ein Forschungsinstitut für elektrische Nachrichtenübermittlung. Die Wiener Technische Hochschule hat letztes Jahr eine Lehrkanzel für Schwachstromtechnik errichtet und wird nun, wie die «Neue Freie Presse» meldet, ein Forschungsinstitut für Telephonie und Telegraphie und die verwandten technischen Fächer des Nachrichtenwesens bauen.

Das neue Institut soll in einem sechsstöckigen Neubau untergebracht werden.

Die Bausumme von etwa 1,5 Millionen Schilling ist zum grossen Teil von einem besonderen Komitee, in welchem die Industrie hervorragend vertreten ist, aufgebracht worden.

Das Arbeitsprogramm enthält ausser der Telegraphie und der Telephonie das Problem des Fernsehens, alle akustischen Probleme der Elektrotechnik, wie die Musikübertragung, das plastische Hören, die Einzelheiten der Radiotechnik und ihre Instrumente, Ausbau der Verständigung mit Flugzeug und Eisenbahnzug, das Eisenbahnsignalwesen, insbesondere soweit die Verhütung von Unglücksfällen in Frage kommt.

Literatur. — Bibliographie.

Die symbolische Methode zur Lösung von Wechselstromaufgaben. Einführung in den praktischen Gebrauch von Hugo Ring. 80 Seiten, 14,5 × 22 cm, 50 Fig. Zweite vermehrte und verbesserte Auflage. Verlag Julius Springer, Berlin. Preis RM. 4.50.

Es ist für den Autor verdienstvoll, dieses Buch geschrieben zu haben, denn die symbolische Methode erheischt in der Tat eine zusammenfassende und selbständige Darstellung. Sie wird in grösseren Werken der elektrotechnischen Literatur gewöhnlich nur bruchstückweise und nur soweit behandelt, als es für das Verständnis der jeweils vorliegenden Spezialaufgaben gerade nötig ist. Dem nicht schon mit der behandelten Materie vertrauten Lernenden fehlen dabei einfachere Uebungsbeispiele. Es besteht daher ein wirkliches Bedürfnis nach einem allgemein einführenden Buche. Das beweist auch der Umstand, dass eine zweite Auflage nötig geworden ist.

Das Buch behandelt im ersten Fünftel die Theorie und widmet den ganzen Rest sehr sorgfältig durchgerechneten Uebungsbeispielen, die verschiedenen Gebieten der Elektrotechnik entnommen sind.

Vom Standpunkt der neueren Richtung in der symbolischen Rechnungsweise aus betrachtet, müssen jedoch gegen das Buch verschiedene Einwände erhoben werden. Der Autor war im Interesse einheitlicher Darstellung gezwungen, sich für *eine* der verschiedenen, nebeneinander bestehenden Darstellungsarten zu entscheiden. Leider hat er dabei in Anlehnung an ältere Standardwerke diejenige mit negativem Vektordrehsinn ausgewählt. Er setzt sich damit in Gegensatz zu den neueren Autoren, die sich an die im Jahre 1911 in Turin von der «Commission Electrotechnique Internationale» (C. E. I.) beschlossene Festsetzung halten, wonach der dem Uhrzeigersinn entgegengesetzt gerichtete (positive) Drehsinn die Phasenvoreilung an-

geben soll. Das hat die Folge, dass der Autor an Stelle der heutigen Gleichung $Z = R + j \omega L$ die alte Form $Z = R - j \omega L$ weiterpflegt und damit der endgültigen und dringend nötigen Vereinheitlichung weitere Hindernisse bereitet.

Das Kapitel über die «Leistung im Wechselstromkreise» wirkt nicht überzeugend. Nachdem in den vorangehenden Abschnitten die symbolische Methode konsequent als Rechnung mit komplexen Zahlen dargestellt ist, sieht sich der Autor nun plötzlich genötigt, ganz andere Schreibweisen und Rechnungsregeln einzuführen. Der logische Aufbau wird dadurch empfindlich gestört. Ausserdem werden die gewonnenen Ergebnisse in den nachfolgenden Uebungsbeipielen nie benützt und angewendet.

In dem Buche fehlt leider vollständig ein Abschnitt über Ortskurven (Arbeitsdiagramme). Diese stellen eine zwar neuere, aber äusserst glückliche und heute zum Bestandteil gewordene Erweiterung der symbolischen Methode dar. Ebenso vermisst man einen Hinweis darauf, dass die symbolische Methode heute mehr und mehr vektoriell interpretiert wird. Die physikalisch unhaltbaren Begriffe einer komplexen Spannung, einer komplexen Stromstärke und eines komplexen Widerstandes können dabei verlassen werden.

Vom rein formalen Standpunkte aus ist zu bemerken, dass statt des vom «Ausschuss für Einheiten und Formelgrössen» (A. E. F.) [1]) festgesetzten Zeichens I durchwegs J für die Stromstärke geschrieben wird.

Druck und Ausstattung des Buches sind gut, wie man sich das vom Verlage Julius Springer nicht anders gewohnt ist. *Max Landolt.*

[1]) Im A. E. F. ist ausser vielen deutschen und zwei österreichischen Fachvereinen auch der Schweizerische Elektrotechnische Verein vertreten.

Vereinsnachrichten.

Die an dieser Stelle erscheinenden Artikel sind, soweit sie nicht anderweitig gezeichnet sind, *offizielle Mitteilungen des Generalsekretariates des S. E. V. und V. S. E.*

Jahresversammlungen 1929 mit Damen in St. Moritz. Im August d. J. werden es 25 Jahre sein, seitdem unsere beiden Verbände in St. Moritz zu Gast waren und daselbst ihre Versammlungen abhielten, nachdem im Jahre vorher, 1903, die Rhätische Bahn die Albulalinie eröffnet und damit ihren Betrieb bis ins Oberengadin ausgedehnt hatte.

Nun ladet uns die Gemeinde St. Moritz als Eigentümerin des dortigen Elektrizitätswerkes in sehr verdankenswerter und freundlicher Weise neuerdings ein, in die Metropole des schönen Oberengadins zu kommen. Infolgedessen ist vorläufig vereinbart worden, dass die Jahresversammlung des V. S. E. am 6. Juli und diejenige des S. E. V. am 7. Juli stattfinden wird; auf den 8. Juli sind Exkursionen vorgesehen. Nähere Mitteilungen über diese Veranstaltungen des S. E. V. und V. S. E. (allgemeines Zeitprogramm, Programm für die Exkursionen, Hotels usw.) werden rechtzeitig im Bulletin des S. E. V. zur Bekanntgabe gelangen.

Mitgliederbeiträge S. E. V. Wir machen hierdurch die Mitglieder des S. E. V. darauf aufmerksam, dass die Beiträge pro 1929 fällig sind. Der Beitrag für *Einzelmitglieder* beträgt unverändert Fr. 15.—, derjenige für *Jungmitglieder* Fr. 9.— und kann in der Schweiz mittels des der letzten Nummer beigegebenen Einzahlungsscheines (vom Ausland vorzugsweise mittels Postmandat) *bis spätestens Ende März* spesenfrei auf Postscheckkonto VIII 6133 einbezahlt werden. Nach diesem Termin nicht eingegangene Beiträge werden mit *Spesenzuschlag* per Nachnahme erhoben.

Die von der Generalversammlung des S.E.V. vom 17. Juni 1928 für die *Kollektivmitglieder* für 1929 festgesetzten Jahresbeiträge sind im Bulletin 1928, No. 15, Seite 504, enthalten und können von Postscheckkontoinhabern entsprechend der im Jahresheft 1929 enthaltenen Beitragsstufe spesenfrei auf vorgenanntes Konto überwiesen werden.

Sofort nach Eingang des Betrages erfolgt die Zustellung der diesjährigen Mitgliederkarte.

Die **Aktiengesellschaft vormals H. Ch. Honegger & Cie.** in Zürich, Generalvertretung der Bergmann Elektrizitätswerke A.-G. Berlin, teilt uns mit, dass sie sich den Elektrizitätswerken gegenüber verpflichtet, ihre Glühlampenmarke «Bergmann» *nur* an Elektrizitätswerke und an konzessionierte Installateure zu verkaufen.

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke	REDAKTION Zürich 8, Seefeldstr. 301	Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité
Verlag und Administration	Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G. Zürich 4, Stauffacherquai 36/38	Editeur et Administration

Nachdruck von Text oder Figuren ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit Quellenangabe gestattet | Reproduction interdite sans l'assentiment de la rédaction et sans indication des sources

XX. Jahrgang / XXe Année — Bulletin No. 7 — April I / Avril I 1929

Unfälle an elektrischen Starkstromanlagen in der Schweiz in den Jahren 1927 und 1928[1]).

Mitgeteilt vom *Starkstrominspektorat.*

Die in den Jahren 1927 und 1928 an Starkstromanlagen (exklusive elektrische Bahnen) vorgekommenen Unfälle werden tabellarisch nach dem Berufe der betroffenen Personen, nach der Höhe der Spannung und nach den Anlageteilen geordnet und daraus Vergleiche mit früheren Jahren gezogen.

Sodann werden einige typische Unfälle beschrieben und auf die Umstände, welche sie verursacht haben, hingewiesen.

Les accidents survenus pendant les années 1927 et 1928 dans les installations à fort courant (non compris les installations de traction) sont énumérés et classés suivant la profession des victimes, suivant la partie de l'installation où les accidents ont eu lieu et suivant les tensions.

On compare ensuite les accidents survenus en 1927 et 1928 avec ceux des années précédentes et donne des détails sur quelques accidents particulièrement instructifs.

Dem Starkstrominspektorat sind im Jahre 1927 76 Unfälle und im Jahre 1928 99 Unfälle an elektrischen Anlagen gemeldet worden. Von diesen Unfällen wurden im Jahre 1927 29 Personen und im Jahre 1928 30 Personen tödlich betroffen. Diese Zahlen stellen jedoch nicht die Gesamtheit der durch Elektrizität verursachten Unfälle in der Schweiz dar. Gemäss dem Bericht des Bundesrates über die Geschäftsführung des Eidg. Eisenbahndepartements haben sich weiter ereignet:

Elektrizitätsunfälle beim Bahnbetrieb.

	1927 verletzt	1927 tot		1928 verletzt	1928 tot
Bahnbedienstete	6	3		16	6
Reisende und Drittpersonen	3	4		2	2
Total	9	7	Total	18	8

Die nachfolgenden Zusammenstellungen und Ausführungen berücksichtigen indessen die Unfälle bei Bahnanlagen weiter nicht mehr, da die Statistik des Starkstrominspektorates diese Unfälle nicht erfasst.

[1]) Vergl. Bull. S. E. V. 1927, No. 12, S. 721.

Anzahl der verunfallten Personen, geordnet nach ihrer Zugehörigkeit zu den elektrischen Unternehmungen.

Tabelle I.

Jahr	Eigentliches Betriebspersonal der Werke		Anderes Personal der Werke und Monteure v. Installationsfirmen		Drittpersonen		Total		
	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	total
1928	**14**	**3**	**31**	**10**	**28**	**17**	**73**	**30**	**103**
1927	**10**	**8**	**19**	**7**	**22**	**14**	**51**	**29**	**80**
1926	15	5	14	4	24	15	53	24	77
1925	16	2	17	5	15	11	48	18	66
1924	3	5	16	6	16	15	35	26	61
1923	10	3	15	6	17	14	42	23	65
1922	20	9	10	8	9	12	39	29	68
1921	11	8	17	3	13	14	41	25	66
1920	14	10	15	13	19	19	48	42	90
1919	6	8	11	9	7	12	24	29	53
Mittel 1919–28	12	6	17	7	17	14	46	27	73

Wie aus der Tabelle I ersichtlich ist, hat die Anzahl der Unfälle in den beiden letzten Jahren wiederum zugenommen und überschreitet im Jahre 1928 mit 103 betroffenen Personen sogar das bisher ungünstigste Jahresergebnis von 1921, in welchem Jahre 90 Personen verunglückten. Wir haben indessen schon in früheren Veröffentlichungen darauf aufmerksam gemacht, dass wir immer mehr auch von leichtern Unfällen, die für die Betroffenen nicht von erheblichen Folgen begleitet waren, unterrichtet werden, so dass die wirkliche Zunahme der Unfälle sich wohl nicht in dem Masse ausgewirkt haben dürfte, wie es aus den Zahlen der letzten Kolonne der Tabelle I den Anschein haben könnte. Ein zutreffenderes Bild über die tatsächliche Unfallhäufigkeit ergibt sich eher aus einer Gegenüberstellung nur der Anzahl der tödlichen Unfälle, die abgesehen von dem sehr günstigen Jahre 1925 keine grossen Schwankungen aufweist. Setzt man ferner zum Vergleich die Anzahl der tödlichen Unfälle ins Verhältnis zur Totalzahl der Unfälle, so ergibt sich, dass die erstern im Jahre 1928 nur 28 % der letztern ausmachten, während diese Prozentzahl in den letzten 10 Jahren, mit Ausnahme des Jahres 1925, wo sie nur 27 % betrug, stets höher war und zwischen 31 und 50 % schwankte. Damit unsere Statistik ein immer vollständigeres Bild der tatsächlichen Verhältnisse ergibt, wiederholen wir hier den schon bei früheren Bearbeitungen ausgedrückten Wunsch, es möchten dem Starkstrominspektorat von den elektrischen Unternehmungen immer mehr auch die leichtern Unfälle zur Anzeige gebracht werden. Gerade leichtere Unfälle vermögen oft einen für die Unfallverhütung wertvolleren Einblick in die Ursachen zu bieten, als schwere Unfälle, weil bei Vorkommnissen, die eine schwere Verwundung oder den Tod der Betroffenen zur Folge hatten, manchmal Aufklärungen und Erhebungen nicht mehr in wünschenswertem Masse möglich sind.

Anzahl der durch Hoch- und Niederspannung verunfallten Personen.

Tabelle II.

Jahr	Niederspannung		Hochspannung		Total		
	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	Total
1928	**49**	**20**	**24**	**10**	**73**	**30**	**103**
1927	**37**	**16**	14	**13**	**51**	**29**	**80**
1926	38	15	15	9	53	24	77
1925	32	10	16	8	48	18	66
1924	24	19	11	7	35	26	61
1923	22	10	20	13	42	23	65
1922	19	13	20	16	39	29	68
1921	21	11	20	14	41	25	66
1920	23	14	25	28	48	42	90
1919	14	14	10	15	24	29	53
Mittel 1919–28	28	14	18	13	46	27	73

Aus der Tabelle II geht hervor, dass die Unfälle an Niederspannungsanlagen in den letzten Jahren eine fast stetige Zunahme erfahren haben. Die Ursache dieser Erscheinung liegt in erster Linie in der ausserordentichen Vermehrung der Elektrizitätsanwendung im Haushalt und im Gewerbe. Dazu kommt aber auch die Verwendung immer höherer Gebrauchsspannungen. Die Erfahrung zeigt zwar, dass vorschriftsgemäss ausgeführte Apparate für höhere Gebrauchsspannungen, so lange sie sich in gutem Zustande befinden, nicht gefährlicher sind, als solche für niedrige Spannungen. Bei Defekten macht sich aber doch die grössere Gefahr der höheren Spannung geltend und es ist notwendig, mit der Ausbreitung der letztern dem guten Zustande der Installationen und der angeschlossenen Apparate vermehrte Aufmerksamkeit zu schenken. Was die Unfälle an Hochspannungsanlagen anbetrifft, so ist erfreulich, dass namentlich die schweren Unfälle trotz der gewaltigen Ausdehnung, welche auch diese Anlagen erfahren haben, in der letzten Zeit gegenüber früher wesentlich abgenommen haben. In den Jahren 1924 bis 1928 ereigneten sich an Hochspannungsanlagen im Ganzen 47 Todesfälle, während die Anzahl der Todesfälle im Zeitraume von 1919 bis 1923 total 86 betrug. Freilich ergibt sich bei den leichtern Unfällen an Hochspannungsanlagen nicht ganz dasselbe Bild, indem z. B. das Jahr 1928 mit 24 Verletzungen in der Reihe der letzten 10 Jahre an zweithöchster Stelle steht. Der Vergleich der leichtern Unfälle unter sich ermöglicht indessen, wie schon erwähnt, eine weniger zutreffende Beurteilung der tatsächlichen Verhältnisse, weil die leichtern Unfälle in den letzten Jahren viel gewissenhafter angezeigt werden. Die Abnahme der Hochspannungsunfälle darf wohl zum grossen Teil der geräumigen Anordnung und guten Ausführung sowohl der Neuanlagen als auch der umgebauten ältern Anlagen zugut geschrieben werden.

Anzahl der Unfälle, unterteilt nach der Art der Anlageteile und der Höhe der Spannungen.

Tabelle III

Anlageteil	Zur Wirkung gekommene Spannung										Total		
	bis 250 V		251-1000 V		1001-5000 V		5001-10000 V		über 10000 V				
	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	total
						1927							
Generatorenstationen und grosse Unterwerke	—	—	1	1	—	1	1	3	2	2	4	7	11
Leitungen	3	1	4	5	1	—	2	2	1	—	11	8	19
Transformatorenstationen	—	—	1	—	2	—	4	3	1	1	8	4	12
Industrielle und gewerbliche Betriebe	3	—	7	2	—	—	—	—	—	—	10	2	12
Transportable Motoren	1	2	5	2	—	—	—	—	—	—	6	4	10
Transportable Lampen	3	1	—	1	—	—	—	—	—	—	3	2	5
Uebrige Hausinstallationen	4	2	5	—	—	—	—	—	—	—	9	2	11
Total	14	6	23	11	3	1	7	8	4	3	51	29	80
	20		34		4		15		7		80		
						1928							
Generatorenstationen und grosse Unterwerke	—	—	3	—	1	—	2	1	3	2	9	3	12
Leitungen	8	1	1	6	1	—	5	2	1	2	16	11	27
Transformatorenstationen	—	—	4	—	2	—	5	3	1	—	12	3	15
Industrielle und gewerbliche Betriebe	2	3	22	2	1	—	2	—	—	—	27	5	32
Transportable Motoren	5	2	2	1	—	—	—	—	—	—	7	3	10
Transportable Lampen	1	4	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4	5
Uebrige Hausinstallationen	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2
Total	17	11	32	9	5	—	14	6	5	4	73	30	103
	28		41		5		20		9		103		

Zum bessern Verständnis der Spannungsangaben in der Tabelle III ist zunächst hervorzuheben, dass es sich hier nicht um die Maximalspannungen der Anlageteile, an welchen sich die Unfälle ereignet haben, handelt, sondern um die Spannungen, die mutmasslich auf die Verunfallten eingewirkt haben. So sind wie früher wiederum z. B. Unfälle in Anlagen mit 380/220 V Spannung, bei welchen die Verunfallten zwischen einem Phasenleiter und einem Systemnullpunkt eingeschaltet waren, zu den Unfällen mit Spannungen bis zu 250 V gezählt worden, während anderseits beim gleichen Spannungssystem Unfälle zwischen zwei Phasenleitern in die zweite Hauptkolonne der Tabelle III eingereiht wurden. Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, dass die Totalzahl der Unfälle an Niederspannungsanlagen bei einer Spannung von mehr als 250 V in den beiden Jahren 1927 und 1928 nahezu 1 ½ mal so gross war, wie bei Spannungen von weniger als 250 V. Dabei weist aber das Jahr 1928 wesentlich mehr schwere Unfälle bei den niedrigeren Spannungen auf, woran hauptsächlich Unfälle in gewerblichen Betrieben und an Handlampen schuld sind. Anderseits fällt bei den leichtern Unfällen mit Niederspannung im Jahre 1928 die ganz ausserordentlich hohe Zahl von 22 Verletzungen mit Spannungen von mehr als 250 V in industriellen und gewerblichen Betrieben auf. Unter den Unfällen an Hochspannungsanlagen waren diejenigen im Spannungsbereich von 5000 – 10000 V am zahlreichsten; sie erreichten in den beiden Jahren 1927 und 1928 je fast ⅔ der Gesamtzahl der Hochspannungsunfälle. Dies erklärt sich daher, dass noch die meisten Hochspannungsverteilanlagen mit Spannungen, die in diesem Bereiche liegen, betrieben werden. Von den Unfällen des Jahres 1927 sind drei und von denjenigen des Jahres 1928 vier auf mit Gleichstrom betriebene Anlagen zurückzuführen; alle andern Unfälle ereigneten sich an Wechselstromanlagen.

Anzahl der Unfälle, unterteilt nach den Berufsarten der Verunfallten. Tabelle IV.

Berufsarten	1927			1928		
	verletzt	tot	total	verletzt	tot	total
Ingenieure und Techniker	1	1	2	2	1	3
Maschinisten und Anlagewärter	6	6	12	13	2	15
Monteure und Hilfsmonteure in elektrischen Betrieben und Installationsgeschäften	16	3	19	28	10	38
Andere Arbeiter von elektrischen Unternehmungen	6	4	10	2	—	2
Fabrikpersonal	9	4	13	21	7	28
Bauarbeiter	6	—	6	3	6	9
Landwirte und Gärtner	—	4	4	—	1	1
Feuerwehrleute	—	1	1	2	—	2
Dienstboten	2	3	5	—	1	1
Kinder	2	2	4	1	1	2
Sonstige Drittpersonen	3	1	4	1	1	2
Total	51	29	80	73	30	103

Die Tabelle IV zeigt, dass unter dem elektrischen Berufspersonal wiederum die Monteure am meisten Unfälle erlitten haben; namentlich im Jahre 1928 sind die Unfälle unter dem Monteurpersonal sehr zahlreich gewesen. Auch beim Fabrikpersonal ist die Anzahl der Verunfallten gross und nimmt in den letzten Jahren fast ständig zu. Bei den Bauarbeitern fällt auf, dass im Jahre 1927 unter sechs Unfällen kein einziger tödlich verlief, während im Jahre 1928 sich sechs Unfälle mit tödlichem Ausgange ereigneten. Bei den Landwirten verzeichnet unsere Statistik in den beiden letzten Jahren nur tödliche Unfälle. Sicherlich kommen auch hier leichtere Verletzungen vor, die uns aber nicht zur Anzeige gebracht werden, weil die Landwirte nicht, wie das Fabrikpersonal, gegen Unfälle obligatorisch versichert sind.

Bezüglich der Unfälle, die sich in den beiden letzen Jahren ereignet haben, ist folgendes bemerkenswert:

In *Generatorenstationen und grössern Unterwerken* sind sechs Unfälle vorgekommen, welche auf Unachtsamkeit der Betroffenen selbst zurückzuführen sind. Von diesen sechs Unfällen nahmen fünf einen tödlichen Verlauf. Vier weitere Unfälle haben ihre Ursache darin, dass Arbeiten in zu grosser Nähe von unter Spannung stehenden Anlageteilen vorgenommen wurden, wobei angenommen werden muss, dass die Betreffenden, obwohl sie die Schaltung genau kannten, sich im Laufe der Arbeiten an den Schaltzustand nicht mehr erinnerten oder infolge einer ungeschickten Bewegung mit unter Spannung stehenden Anlageteilen unwillkürlich in Berührung gerieten. Von diesen vier Unfällen verliefen drei tödlich. In einem dieser Fälle war nicht der Stromdurchgang durch den Körper des Verunfallten die Todesursache, sondern der infolge der Berührung aufgetretene Flammenbogen setzte die stark öligen Ueberkleider des Verunfallten in Brand, so dass sie längere Zeit lichterloh weiterbrannten, während sich der Verunfallte aus der Gefahrzone retten wollte. Als schliesslich ein Mitarbeiter die Flammen durch einen übergeworfenen Mantel löschen konnte, waren die Brandwunden schon so ausgedehnt, dass der Verunfallte seinen Verletzungen erlag. Eine alljährlich in Kraftwerken sich immer wieder ereignende Kategorie von Unfällen bilden jene, welche zufolge einer Verwechslung von unter Spannung stehenden mit spannungslosen Apparatenzellen entstehen, indem die betreffenden Leute nach vorübergehendem Verlassen des Arbeitsplatzes in eine falsche Zelle geraten. Auf diese Ursache sind in den beiden abgelaufenen Jahren vier Unfälle, worunter zwei tödliche, zurückzuführen. Auch die unvollständige Durchführung vorgesehener Schaltmassnahmen forderte wiederum ihre Opfer. In drei Fällen sind diejenigen, welche die Schaltung nicht vollständig durchgeführt hatten, selbst verunglückt und in zwei weitern Fällen hatte dieses Versehen schwere Verletzungen Anderer zur Folge. Alle diese Unfälle weisen erneut darauf hin, wie wichtig es ist, in Hochspannungsanlagen mit voller Ueberlegung und ohne Hast vorzugehen und es sich zum Grundsatze zu machen, die Richtigkeit und Vollständigkeit ausgeführter Schaltungen und Sicherungsmassnahmen nach ihrer Durchführung nochmals zu überprüfen; denn in komplizierteren Anlagen sind oft eine ganze Reihe von Schaltmassnahmen notwendig, um einen einzelnen Anlageteil spannungslos zu erhalten. Zwei tödliche Unfälle sind darauf zurückzuführen, dass die Betroffenen in der Nähe von unter Spannung stehenden Anlageteilen Andern vorzunehmende Arbeiten erläutern wollten und dabei mit den Händen unversehens mit diesen Anlageteilen in Berührung kamen. In einem weitern Falle geriet die Tochter eines Maschinisten, welche in einem Hochspannungsraum Reinigungsarbeiten auszuführen hatte, an einen noch unter Spannung stehenden Anlageteil und wurde erheblich verletzt. Ferner erlitt ein sonst nicht im Zentralendienst beschäftigter Hilfsarbeiter starke Verbrennungen, weil er auf einem kurz vor dem Unfall ölig gewordenen Boden ausrutschte und durch seine unwillkürlichen Bewegungen mit Hochspannungsleitungen in Berührung geriet. Drei Unfälle ereigneten sich beim Reinigen von Kollektoren von Gleichstromgeneratoren und hatten Verbrennungen der Betroffenen zur Folge.

Von den Unfällen, die durch *Hochspannungsleitungen* verursacht wurden, sind zwei auf das Hinaufschnellen von unter solchen durchgeführten andern Leitungen zurückzuführen. In einem dieser Fälle wurde ein Soldat, der bei der Legung einer Feldtelegraphenleitung den Draht zu stark anzog, getötet. Ein weiterer Fall ereignete sich, weil unter einer Hochspannungsleitung bei der Montage einer kreuzenden Niederspannungsleitung das an den Stangen der Hochspannungsleitung provisorisch angebrachte Schutzseil beim Anziehen eines der Niederspannungsdrähte in Schwingung nach oben versetzt wurde und mit einem der Hochspannungsdrähte in Berührung geriet. Die beiden mit dem Nachzug der Niederspannungsdrähte beschäftigten Hilfsmonteure glaubten sich durch das Schutzseil genügend gesichert und dach- nicht an die Möglichkeit eines so starken Ausschwingens, obschon dasselbe nu- dünnen Aluminiumdrähten bestand. Der Vorfall hatte den Tod des einen monteurs und die Verletzung des andern zur Folge. Zwei schwere Unfälle erei sich dadurch, dass Hochspannungsleitungen eingeschaltet waren bzw. wurd

rend Leute an den Leitungen arbeiteten. In beiden Fällen war es unterlassen worden, die in Betracht kommenden Leitungsstrecken vor Arbeitsbeginn zu erden. Der eine Fall ist noch dadurch von besonderem Interesse, weil er erneut die Notwendigkeit beweist, dass bei allen Abmachungen auf Zeit die Uhren rechtzeitig miteinander verglichen werden. Der Umstand, dass dies im vorliegenden Falle nicht geschehen war, hatte zur Folge, dass die Leitung, an welcher gearbeitet werden sollte, über eine Viertelstunde zu lange eingeschaltet blieb. Zwei weitere Unfälle sind auf unbegreifliche Versehen von Monteuren zurückzuführen, welche auf Stangen von Hochspannungsleitungen stiegen, die sie irrtümlicherweise spannungslos glaubten. In beiden Fällen büssten die Betroffenen ihr Versehen mit dem Tode. Ein 15-jähriger Knabe bestieg ferner aus Mutwillen einen Gittermast einer Hochspannungsleitung und näherte sich auf einem der Querträger einem Leiter bis ein Stromübertritt erfolgte und ihm beide Arme fast vollständig verbrannte. In diesem Zustande blieb der Verunfallte nahezu während einer Stunde auf dem Querträger liegen, bis die Leitung abgeschaltet werden konnte und es möglich war, zu ihm zu gelangen. Weniger schwere Verletzungen hatte ein ähnliches Vorkommnis für einen Feuerwehrmann zur Folge, der anlässlich einer Feuerwehrübung mit den Steigeisen an einer Stange Kletterübungen machte und dabei bis in die Hochspannungsdrähte hinaufstieg, obschon er wusste, dass es sich um eine Hochspannungsleitung handelte und ihm die Gefahr, die er lief, bekannt war.

Die meisten Unfälle, die sich in *Transformatorenstationen* ereignet haben, sind auf ähnliche Ursachen wie diejenigen in den Generatorenstationen zurückzuführen. Drei Personen verunglückten bei Reinigungsarbeiten, worunter zwei tödlich, indem sie sich Anlageteilen, von denen sie wussten, dass sie unter Spannung standen, zu stark näherten. Ferner verunfallte ein Handlanger tödlich, der Auftrag hatte, an einer Transformatorenstation die Eingangstüre und deren Einfassung anzustreichen, dann aber auch im Innern der unter Spannung stehenden Station ohne Auftrag Streicharbeiten vornahm und dabei mit einer Hochspannungszuleitung zum Transformator in Berührung kam. Durch unvorsichtige Annäherung an unter Spannung stehende Anlageteile ereigneten sich weiter vier Unfälle. In einem dieser Fälle wollte ein Monteur das Stäbchen des Relais eines unter Spannung stehenden Oelschalters betätigen, nachdem er vorher vergeblich versucht hatte, den Schalter durch das Handrad auszulösen. Er geriet dabei mit dem unter Spannung stehenden Teil in Berührung und wurde getötet. Der andere tödliche Unfall ist einem Monteur zugestossen, als er den Schild eines Oelschalters ablesen wollte. Die beiden nicht tödlichen Unfälle sind beim Ablesen eines Hochspannungsmessinstrumentes und beim Massnehmen in der Nähe einer Hochspannungssicherung vorgekommen. Ein tödlicher Unfall ist die Folge eines Schaltirrtumes, indem der Betroffene vor Vornahme von Arbeiten an einem Schalter vergass, die Trennmesser in der Zuleitung zu öffnen. In einem weitern Falle hatte ein Irrtum in der Schaltung zur Folge, dass ein Betriebsbeamter Trennmesser mit einer Schaltstange unter Belastung betätigte und sich dabei erhebliche Verbrennungen zuzog. Beim Einsetzen von Sicherungen in Störungsfällen verunfallten zwei Monteure, die Sicherungen auf kurzgeschlossene Leitungen eingeschaltet hatten, was zum explosionsartigen Zertrümmern der Sicherungsröhren führte. Ein Monteur verwendete zur Vornahme von Messungen an einer Hochspannungsleitung eine nur für Niederspannung konstruierte Messzange und zog sich infolge eines Spannungsüberschlages Verbrennungen zu. Drei Unfälle, worunter ein tödlicher, ereigneten sich an Stangentransformatoren, indem an solchen Revisionsarbeiten vorgenommen wurden, ohne vorher die Zuleitung abzuschalten. Auf einen Unfall, der glücklicherweise ohne sehr ernste Folgen blieb, möchten wir zum Schlusse dieses Abschnittes noch aufmerksam machen, weil er die Notwendigkeit dartut, bei in Innenräumen eingebauten Transformatorenstationen auch dem Abschluss der letztern nach oben alle Aufmerksamkeit zu schenken. Eine solche Transformatorenanlage war nach oben durch eine Eternitdecke abgeschlossen, auf welcher gelegentlich irgendwelche Gegenstände deponiert wurden; als ein Arbeiter des betreffenden Fabrik-

etablissements auf die Decke hinaufstieg, um etwas von dort herunterzuholen, brach er durch eine Eternitplatte durch und kam mit einem Bein mit der Hochspannungsanlage in Berührung.

Während wir früher bei den *Niederspannungsleitungen* immer wieder darauf hinweisen mussten, wie namentlich die Hausanschlüsse jeweilen zu vielen Unfällen geführt haben, steht das Jahr 1927 in dieser Hinsicht ausnahmsweise günstig da, indem nur zwei Bauarbeiter an Hausanschlüssen verunfallten und sich dabei nur leichtere Verletzungen zuzogen. Leider zeigt aber das Jahr 1928 wiederum ein sehr viel ernsteres Bild; es verunfallten in diesem Jahre an Hausanschlüssen acht Bauarbeiter, worunter drei tödlich. Es ist also weiterhin notwendig, die Bauhandwerker auf die Gefahren der Hausanschlussleitungen von Zeit zu Zeit aufmerksam zu machen. Bei der Anbringung von Schutzvorrichtungen ist namentlich auch darauf zu achten, dass sie von Anfang an in ausreichendem Umfange vorgenommen werden. Es hat sich auch gezeigt, dass speziell bei Neubauten die Verhältnisse durch wiederholte Kontrollen im Auge behalten werden sollten, weil sie sich erfahrungsgemäss mit dem Baufortschritt oft ändern und dann neue Gefahrenmomente entstehen können. Zwei tödliche Unfälle von Bauarbeitern sind darauf zurückzuführen, dass Schutzvorrichtungen sich unter veränderten spätern Verhältnissen nicht mehr als ausreichend erwiesen haben. In einem dieser Fälle kreuzte die Zuleitung zu einem Baumotor das Verankerungsseil eines hölzernen Bauaufzugturmes. Dabei wurde zwar an der Kreuzungsstelle über dem Ankerseil eine Verschalung angebracht, jedoch nicht in ausreichender Länge. Als infolge Nachgebens einer Stange die Drähte der Motorzuleitung mehr Durchhang erhielten, und dann durch einen Stoss in Schwingung gerieten, hängte sich ein Leitungsdraht am Ende der Verschalung ein und ein Bauarbeiter, der an anderer Stelle das Ankerseil ahnungslos berührte, wurde getötet. Ein Maler verunglückte bei Anstreicharbeiten an einem Dachvorsprung tödlich, als er bei Schwankungen des nicht sehr solid angebrachten Gerüstbodens die am Rande desselben durchlaufenden ungeschützten Anschlussdrähte unwillkürlich erfasste, um nicht zu stürzen. Er blieb während zirka 1 ½ Minuten der Wirkung des Stromes ausgesetzt und konnte nach Loslösung von den Drähten nicht mehr zum Leben zurückgerufen werden. Zwei weitere Unfälle, wovon einer ebenfalls mit tödlichem Ausgange, ereigneten sich beim Anstreichen von Dachständern. Neun Unfälle, worunter vier tödliche, sind auf Vornahme von Arbeiten an Niederspannungsleitungen unter Spannung zurückzuführen. Die Gefahr, die hierbei für die Arbeitenden besteht, wird leider auch vom Berufspersonal vielfach immer noch unterschätzt. Wenn es auch in manchen Fällen scheinen mag, dass solche Arbeiten bei einiger Vorsicht eine besondere Gefahr nicht in sich schliessen, so lehrt doch die Erfahrung, dass durch allerlei Zufälligkeiten immer wieder zwei Drähte verschiedenen Potentials gleichzeitig berührt werden und da mit der Zeit die Leitungen mit höherer Niederspannung ständig zunehmen, so wird die Gefahr einer solchen Berührung immer grösser. Wenn es auch mit der fortschreitenden Ausdehnung der Elektrizitätsanwendung im Haushalt und Gewerbe schwieriger wird, Niederspannungsnetze längere Zeit abschalten zu können, so sollte dies doch nicht dazu führen, dass sorglos an unter Spannung stehenden Leitungen gearbeitet wird. Man wird bei zweckmässiger Arbeitseinteilung in den meisten Fällen doch die Möglichkeit finden, den wirklich gefährlichen Teil der Arbeiten bei spannungslosem Zustande der Leitungen vornehmen zu können. Andernfalls muss durch geeignete Schutzmassnahmen dafür gesorgt werden, dass eine gleichzeitige Berührung von Drähten verschiedenen Potentials verhütet wird. Von den übrigen Unfällen an Niederspannungsanlagen sind noch die folgenden bemerkenswert. Bei einem Gewittersturm fiel eine Eiche auf eine 500 Volt-Leitung und zerriss die Drähte. Als ein Landwirt nach dem Sturm an der zerrissenen Leitung vorbeiging, wollte er den am Boden liegenden Draht aufheben und sank, vom Strome tödlich getroffen, lautlos zu Boden. Aus ähnlicher Ursache ereignete sich ein weiterer tödlicher Unfall, bei welchem durch den Sturm die Drähte einer 500 Volt-Leitung zusammenschlugen. Ein Draht schmolz durch und kam mit einem aus Drahtgeflecht bestehenden Gartenzaun in Berührung. Trotz-

dem dieser Zustand von mehreren Personen bemerkt wurde, kam es niemandem in den Sinn, das Elektrizitätswerk oder den Ortsmonteur von dem Vorfalle in Kenntnis zu setzen. Als am Abend des folgenden Tages ein junger Landwirt an den Gartenzaun anlehnte, wurde er vom Strome getötet. Ebenfalls an einem Gartenzaun verunfallte ein Knabe, der auf dem Sockel einer Gartenmauer um eine Stange einer 500 Volt-Leitung, an welcher die Erdleitung eines Blitzschutzapparates heruntergeführt war, herumkletterte und dabei gleichzeitig die Erdleitung und das Geländer auf dem Sockel berührte. Da ein Defekt im Blitzschutzapparat vorhanden war, bestand eine Potentialdifferenz zwischen der Erdleitung und dem Geländer, wodurch der Knabe elektrisiert wurde, von der Mauer auf die Strasse herunterstürzte und sich durch diesen Sturz Verletzungen am Kopfe zuzog. Diesen Unfällen ist noch ein weiterer anzureihen, der den Tod eines siebenjährigen Mädchens zur Folge hatte und der auf Fahrlässigkeit Dritter zurückzuführen ist. Bei Bauarbeiten wurde zur Ermöglichung einer temporären Beleuchtung eine provisorische Verbindungsleitung zwischen einem Hause und einem Schopf erstellt. Als ein Baugerüst aufgestellt wurde, zerrissen diese Drähte und blieben einige Wochen lang unter Spannung am Boden liegen, bis das erwähnte Mädchen beim Spielen einmal einen der Drähte vom Boden aufhob und elektrisiert wurde. Endlich sind innert Monatsfrist bei Elektrifikationsarbeiten auf einer Bahnstrecke der S. B. B. zwei Monteure und ein Knabe tödlich verunglückt, welche mit Leitungen, die zum Zwecke der Schienenschweissung unter eine Spannung von 500 Volt gesetzt wurden, in Berührung kamen.

In *elektrischen Versuchsräumen* ereigneten sich in den beiden letzten Jahren 5 Unfälle, worunter ein tödlicher. In diesem letztern Falle konnte jedoch nicht sicher festgestellt werden, ob der Tod durch die Einwirkung von Elektrizität eingetreten ist, oder ob es sich um einen Schlaganfall handelte. In 4 Fällen kommt als Unfallursache ein Versehen der Betroffenen selbst in Betracht, während im fünften Fall das Versehen eines andern zum Unfall führte.

Die Unfälle in *gewerblichen und industriellen Betrieben* zeigen die auffallende Erscheinung, dass sie jedes Jahr verhältnismässig zahlreich sind, aber nur zu einem kleinen Teil für die Betroffenen schwere Folgen haben. So verzeichnet das Jahr 1927 11 derartige Fälle, worunter 2 Todesfälle und das Jahr 1928 24 Unfälle, worunter 4 Todesfälle. Von diesen 6 tödlichen Unfällen haben sich allein 5 an Krananlagen ereignet. In einem dieser Fälle glaubte ein Monteur, der im Begriffe stand, eine Revision eines fahrbaren Krans vorzunehmen, die Kranzuleitung abgeschaltet zu haben. Er hatte sich jedoch im Schalter geirrt und als er beim Hinaufsteigen auf den Kranen mit den blanken Leitungsdrähten in Berührung kam, wurde er elektrisiert und stürzte ab. Ein zweiter ganz ähnlicher Unfall hatte seine Ursache darin, dass ein Monteur vor dem Besteigen eines Krans nicht zuwartete, bis sein Mitarbeiter den an etwas entfernter Stelle angebrachten Schalter in der Zuleitung geöffnet hatte; in zwei weitern tödlichen Fällen bestiegen die Betroffenen die Kranfahrbahn von der unrichtigen Seite her und kamen, obwohl sie wussten, dass die Anlage unter Spannung stand, mit dem Kopf versehentlich mit der Kranfahrleitung in Berührung. Ein tödlicher Unfall ereignete sich an einer Kranbohrmaschine, deren Fahrleitung gegen zufällige Berührung ungenügend geschützt war. Ausser den erwähnten tödlichen Unfällen stiessen Kranführern noch zwei weitere Unfälle bei Reinigungsarbeiten zu, die indessen ohne schwere Nachteile verliefen. Diese Vorkommnisse zeigen erneut die Gefahren, die in den Krananlagen und ihren blanken Leitungen, die zufolge ihres Verwendungszweckes gegen Berührung nicht vollständig geschützt werden können, liegen. Es muss hier durch ausreichende Instruktion des Personals dahin gewirkt werden, für die Zukunft wiederum eine Verminderung dieser schweren Unfälle zu erzielen. Dass auch andere, gegen zufällige Berührung ungenügend geschützte, unter Spannung stehende Anlageteile in industriellen und gewerblichen Betrieben ein Gefahrenmoment bilden können, zeigen 9 weitere Unfälle, worunter ein Unfall mit tödlichem Ausgang. Es handelte sich in diesen Fällen namentlich um ungeschützte oder ungenügend überdeckte Klemmen an Spezialmaschinen

(Buchdruckpressen, Bohrmaschinen, Schweisseinrichtungen etc.) und an Schalt- und Sicherungstableaux. Auch wenn solche Stellen sich nicht im unmittelbaren Handbereich befinden, sollten sie in Fabrik- und Werkstatträumen gegen zufällige Berührung stets geschützt werden, denn die Erfahrung lehrt, dass immer wieder aus irgendwelchen Gründen, sei es bei Reinigungsarbeiten oder bei Revisionen, solche Berührungen, an deren Möglichkeit man vorher nicht gedacht hat, vorkommen. Zahlreiche weitere Unfälle sind dadurch entstanden, dass an unter Spannung stehenden Anlageteilen irgend etwas vorgenommen wurde. Man sollte es sich auch in Hausinstallationen zur Pflicht machen, die Anlageteile, an welchen man arbeiten will, vorher spannungslos zu machen. In dieser Hinsicht mag ein Unfall als Beispiel dienen, der einem Monteur zustiess, als er unter Spannung stehende Drähte einer 500 V-Anlage von den Isolatoren loslösen wollte. Er wickelte mit der linken Hand den Binddraht des einen Leiters los und erfasste mit der rechten Hand einen zweiten Leiter. Da die Isolation der Drähte nicht mehr zuverlässig war, wurde er elektrisiert und konnte längere Zeit die Hände nicht loslassen. Die Folge war, dass er an den Händen starke Brandwunden erhielt, die geraume Zeit zur Heilung brauchten und eine dauernde leichte Verstümmelung der Finger herbeiführten. In einem andern Falle war das Ende einer Leitung, an welches später ein Wandbeleuchtungskörper angeschlossen werden sollte, nicht isoliert worden, obschon es sich unter Spannung befand. Als ein Lehrling in dem betreffenden Raume, der provisorisch als Ankleideraum diente, jedoch noch nicht als solcher eingerichtet war, seinen Mantel am aufgebogenen Leitungsende aufhängen wollte, wurde er elektrisiert und erhielt an den Händen Brandwunden, die eine Arbeitsunfähigkeit von ca. 6 Wochen zur Folge hatten. Verschiedene weitere Unfälle sind auf Verbrennungen durch den Flammenbogen zurückzuführen, die beim Betätigen von Motorschaltern auftraten. Es handelte sich dabei entweder um unrichtig vorgenommene Schaltmanipulationen oder um für die in Frage kommende Stromstärke ungenügend konstrierte Schalter mit offenen Betätigungsschlitzen für den Schalthebel. Alle diese Unfälle hatten keine bleibenden Nachteile zur Folge.

Während früher fast ausschliesslich *transportable Motorenanlagen* in landwirtschaftlichen Betrieben zu Unfällen Anlass gaben, mehren sich nunmehr mit der ausgedehnten Verwendung von allen möglichen transportablen Einrichtungen mit eingebauten Motoren in der Industrie die Unfälle an solchen Anlagen. Ueberhaupt haben die Unfälle an transportablen Motoranlagen wieder zugenommen. Ihre Anzahl beträgt in den beiden letzten Jahren an landwirtschaftlichen Motoranlagen 5, worunter 3 mit tödlichem Verlaufe. Ein tödlicher Unfall ist auf das Vorhandensein einer ungeerdeten eisernen Schutzspirale an einer Zuleitung (220 V Drehstrom) zurückzuführen. Die beiden andern tödlichen Unfälle ereigneten sich an 500 V-Anlagen, im einen Falle infolge Körperschluss an einem Motorgehäuse und im andern Falle infolge eines Isolationsdefektes in einem Schaltkasten. Das Motorgehäuse war zwar geerdet, doch war der Erdungswiderstand ziemlich hoch, d. h. ca. 50 Ohm. Beim zweiten Unfall war die Erdung des Schaltkastens dadurch unterbrochen, dass der Erdungsdraht in einem Steckergehäuse aus der Befestigungsklemme herausgerutscht war. Dieser Anlagedefekt hätte überdies leicht noch ein zweites Opfer fordern können, indem ein Knecht versuchte, den verunfallten Landwirt kurzerhand vom Motor wegzuziehen und dabei ebenfalls vom Strome festgehalten wurde. Ein hinzukommender weiterer Knecht riss dann die Zuleitung aus der Steckdose, worauf beide wie leblos zu Boden fielen. Der Knecht konnte durch Anwendung künstlicher Atmung nach fünf Minuten zum Leben zurückgerufen werden, während beim zuerst Verunfallten alle Bemühungen umsonst blieben. Die Unfälle an transportablen elektrischen Anlagen, wie sie in der Industrie und im Gewerbe Verwendung finden, ereigneten sich an folgenden Einrichtungen: Transportable Bohrmaschinen und Handbohrmaschinen (4 Fälle), Blechschere (1 Fall), Holzfräse (1 Fall), Sandschleudermaschine (1 Fall), Kohlenauflademaschine (1 Fall). Sie sind in allen Fällen auf Defekte an den Einrichtungen oder an deren Zuleitungen zurückzuführen. Ein Unfall, der

glücklicherweise ohne erhebliche Folgen blieb, aber leicht zu einer Katastrophe hätte führen können, stiess drei Bauarbeitern zu, als sie bei einem fahrbaren Baukranen den am Hubseil hängenden Pflasterkübel erfassen wollten. Sie wurden elektrisiert und festgehalten bis die Zuleitung zum Baukran abgestellt werden konnte. Die Untersuchung ergab, dass das Zuleitungskabel an einer Stelle durchgescheuert war und mit dem Eisengerippe des Kranens in Kontakt stand. Die Erdung des Baukranens war ungenügend. Da die Elektrisierung nur eine kurzzeitige Bewusstlosigkeit und allgemeine körperliche Schwäche bewirkt hatte, waren die Verunfallten nach einigen Tagen wieder arbeitsfähig.

Die Verwendung *tragbarer Lampen* hat wiederum zahlreiche Opfer gefordert. So sind auf diese Ursache im Jahre 1927 5 Unfälle, worunter 2 tödliche und im Jahre 1928 ebenfalls 5 Unfälle, worunter 4 tödliche zurückzuführen. In allen Fällen handelt es sich um Lampen, die für den Verwendungszweck am betreffenden Ort ungeeignet waren. Die meisten dieser Unfälle ereigneten sich infolge Berührung des aus der Fassung vorstehenden Gewindesockels der Glühlampe. In einem Falle hatte in einem Hause ein Monteur, der dort Installationsarbeiten vorzunehmen hatte, eine Messingfassung an einer Schnur zur Beleuchtung einer Ecke des Treppenhauses installiert. Als ein Hausbewohner am Abend diese Lampe benutzte, um einen fallengelassenen Schlüssel zu suchen, wurde er elektrisiert und konnte erst nach längerer Zeit von der Lampe, die er fest umklammert hielt, befreit werden. Dieser Vorfall zeigt, dass auch bei provisorischen Lampeneinrichtungen, wie sie etwa von Monteuren bei der Vornahme elektrischer Installationen angebracht werden, stets darauf geachtet werden muss, dass keine unter Spannung stehenden Teile berührt werden können. In einem Wohnhause nahm ein Mann eine gewöhnliche Stehlampe ohne Porzellanschutzring ins Badzimmer. Als man ihn nach längerer Zeit vermisste und nach ihm suchte, fand man ihn tot in der Badwanne; neben seinem Körper lag die Stehlampe im Wasser. Ein Konditor verunfallte in einem Keller, in welchen Wasser eingedrungen war, als er sich einer Handlampe mit Schutzkorb bediente. Diese Lampe war früher einmal defekt gewesen und dann nur sehr mangelhaft repariert worden, so dass der metallene Schutzkorb mit dem Fassungsgehäuse in leitender Verbindung stand. Infolge eines neuen Defektes kam das Fassungsgehäuse und damit auch der Schutzkorb unter Spannung und führte zu dem erwähnten tödlichen Unfall.

Von den übrigen Unfällen, die in *Hausinstallationen* vorkamen, entfallen 3, jedoch nicht tödliche, auf 500 V-Aufzugsanlagen. Dieselben ereigneten sich anlässlich von Revisionen durch Aufzugskontrolleure, und zwar einmal bei der Handbetätigung von Steuerrelais zu Versuchszwecken und die beiden andern Male infolge ungeschickten Manipulierens beim Oeffnen des Hauptschalters. Folgende beiden Unfälle hatten den Tod der Betroffenen zur Folge. In einem Scheunengebäude stand der Mantel einer Rohrdrahtleitung unter Spannung. Als ein Bauernknecht diesen Mantel berührte, wurde er elektrisiert und fiel tot zu Boden. Die in Betracht kommende Spannung betrug 200 V. Ein Dienstmädchen hatte ohne Wissen ihrer Herrschaft einen Haartrocknungsapparat mit ins Bad genommen und am Gehäuse desselben einen Schutzdeckel geöffnet. Als sie, im Bade sitzend, mit dem Finger in die Oeffnung hineinlangte, wurde sie elektrisiert. Man fand sie einige Zeit später tot im Bade. Im übrigen waren die Unfälle in Hausinstallationen meist leichterer Natur. Einer derselben mag zum Schlusse noch Erwähnung finden. Eine Abwartsfrau wurde elektrisiert, während sie auf dem kurz vorher aufgewaschenen, noch feuchten Linoleumboden stand und eine Bureauhängelampe mit niedrigem Fassungsring reinigte. Die in Betracht kommende Spannung rief bei der Verunfallten Bewusstlosigkeit hervor. Im Fallen riss sie die Lampe von der Decke weg und befreite sich dadurch vom Stromkontakt.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Die elektrische Grossküche [1]. 634.36

Von Ing. *A. Härry*, Zürich.

Seit Jahren macht die elektrische Kleinküche in der Schweiz starke Fortschritte; Ende 1928 waren rund 120 000 elektrische Kochstellen angeschlossen. Die elektrische Grossküche entwickelt sich dagegen langsamer. Ende 1928 bestanden schätzungsweise in der Schweiz erst etwa 200 elektrische Grossküchen.

Die Ursache für diese Erscheinung ist die schwierige Lage der Hotellerie in der Kriegs- und Nachkriegszeit, dann auch die reservierte und konservative Haltung der Interessenkreise gegenüber einer Neuerung. Zur Hauptsache aber muss sie darin gesucht werden, dass die Industrie erst in den letzten Jahren Apparate auf den Markt gebracht hat, welche die volle Leistungsfähigkeit, sogar Ueberlegenheit der elektrischen Grossküche gegenüber jeder anderen Feuerungsart begründet haben. Dazu gehören namentlich die Apparate, die gestatten, in der denkbar kürzesten Zeit grosse Hitzegrade für den Koch- und Bratprozess zu erreichen, die Grills, Salamander, Glühroste, Bratpfannen usw. Damit hat die elektrische Grossküche erst eine Vollkommenheit erreicht, die ihr einen raschen Aufstieg sichern wird.

Für die Schweiz ist die elektrische Grossküche von besonderer Bedeutung, weil die Hauptttätigkeit unserer stark entwickelten Hotellerie in die Sommermonate, also in die Zeit reichlich vorhandener Energie fällt. Das erlaubt den Werken, für diese Zeit besonders vorteilhafte Energiepreise zu gewähren. In der Schweiz bestehen rund 9000 Hotels und etwa 25 000 Wirtschaften, Kaffeestuben, Konditoreien und Hunderte von Sanatorien, Krankenhäusern, Speiseanstalten. In den Küchen dieser Etablissemente wird zum grossen Teil noch Kohle in unrationeller Weise verbrannt. Im Betrieb ist die elektrische Grossküche vorteilhafter als die Kleinküche, weil die Belastung ausgeglichener ist und die Hauptbelastung auf die Zeit nach 18 Uhr fällt. Der jährliche Stromkonsum für alle schweizerischen Hotels und Restaurants inklusive Warmwasserbereitung kann auf rund 500 Millionen kWh, davon 200 Millionen kWh für die Warmwassererzeugung, geschätzt werden. Diese Energie entspricht einem jährlichen Kohlenverbrauch von rund 330 000 Tonnen. Daraus geht hervor, dass die elektrische Grossküche nicht nur ein willkommener Grossabnehmer elektrischer Energie ist, sondern dass ihr auch eine grosse volkswirtschaftliche Bedeutung zukommt.

In Grossküchen werden neben den eigentlichen Koch- und Warmwasserapparaten alle möglichen Hilfsmaschinen verwendet, die heute schon beinahe restlos elektrifiziert sind und aus der vorliegenden Betrachtung ausscheiden. Auch die elektrische Warmwassererzeugung hat sich dank der billigen Sondertarife überall eingebürgert, so dass wir auch auf diese Apparate nicht einzugehen brauchen. Wir befassen uns hier nur mit den eigentlichen Kochapparaten, die zum Kochen der Speisen verwendet werden.

Für die Auswahl der Apparate ist der *Verwendungszweck* von grösstem Einfluss, weil die Ansprüche, die an Küchen gestellt werden, sehr verschieden sind. Ing. Alfred Heussi, Schwyz, hat für schweizerische Verhältnisse folgende Angaben gemacht [2]:

Hotel- und Anstaltsküchen umfassen zweckmässig:

1. Einen *Hotelherd* in robuster Ausführung, je nach Umfang des Betriebes mit zwei viereckigen und zwei bis sechs runden Kochplatten von 300 bis 400 mm Durchmesser, sowie einen bis zwei *Glühroste*, Unterteil als Wärmeschrank ausgebaut, eingebaute Bains-Marie;
2. Einen Brat- und Backofen, gesondert aufgestellt, mit zwei bis drei Backräumen, womöglich mit Dampfabzügen und eingebautem Gärschrank;
3. Einen bis zwei Kippkessel verschiedener Grösse;
4. Einen Grill-Salamander zum Grillieren, Gratinieren und Toasten;
5. Einen Heisswasserspeicher, Inhalt berechnet auf der Basis von etwa 6—10 Liter pro Person oder Bettzahl des betreffenden Betriebes.

Je nach der Grösse des Betriebes kann der eine oder andere der erwähnten Apparate weggelassen werden. Eine feste Norm für die Wahl und Grösse der Apparate gibt es nicht. Wenn die Küche praktisch und rationell arbeiten soll, so muss die Eigenart des Betriebes vorher genau studiert werden. Unsere bewährten Spezialfabriken besitzen hierüber gründliche Erfahrungen, sie sollten daher rechtzeitig zugezogen werden.

Als *Kochgefässe* haben sich nach Heussi für Kochplatten Kupfergefässe mit dicken Böden als geeignet und haltbar erwiesen. Im Backofen und auf Glührosten genügen Gefässe mit gewöhnlichen Böden. Die Böden der Kochgefässe müssen aber blank gehalten werden, um eine gute Wärmeübertragung zu gewährleisten.

Die Grossküchenapparate müssen auch den schwersten Anforderungen und Beanspruchungen gewachsen sein; eine robuste Bauart ist daher erstes Erfordernis. Die Apparate müssen leicht und bequem bedient werden können, was für die Betriebskosten von besonderer Bedeutung ist.

Im folgenden geben wir eine knappe Beschreibung der wichtigsten Apparate und verweisen im übrigen auf die Abbildungen.

Ein moderner elektrischer *Grossherd* hat neben den Kochstellen eine Wärmeplatte und Bain-Marie (Fig. 1). Die *Brat*- und *Backöfen* werden bei grösseren Kochherden nicht mehr in den Herd eingebaut, sondern separat aufge-

[1] Zusammenfassung aus der «Schweiz. Wasserwirtschaft» vom 25. Januar 1929. Sonderabzüge dieser Arbeit sind zum Preise von 35 Rp. pro Stück beim Sekretariat des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes, St. Peterstr. 10, Zürich, zu beziehen.

[2] Die Einrichtung elektrischer Grossküchen für Hotels, Restaurants und Anstalten, von Ing. Alfred Heussi, Schwyz. Elektrizitätsverwertung 1928, Heft 7.

stellt (Fig. 2). An ihre Stelle tritt im Unterteil des Herdes oft ein *Wärmeschrank*. Die *Bains-Marie* dienen zum Warmhalten von Milch, Kaffee usw. Da die Backöfen bei grösseren Herden separat aufgestellt werden, ist ihre Bedienung bequemer geworden und sie belästigen den am Herd eingebaut oder separat aufgestellt, so dass sie beliebig verschoben werden können.

Die *Grill-* und *Gratinierapparate* (Fig. 4) unterscheiden sich von den Glührosten dadurch, dass die elektrische Heizung durch Strahlheizelemente erfolgt, die eine genau abgestufte, für

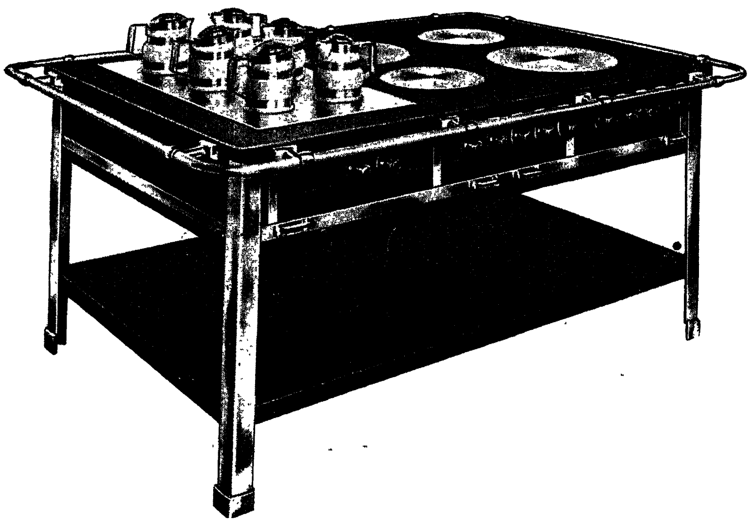


Fig. 1. Hotelherd mit 4 runden Platten, Bain-Marie mit eingesetzten Kaffeekrügen.

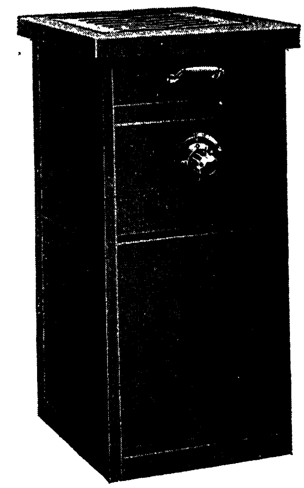


Fig. 3. Hotelglührost.

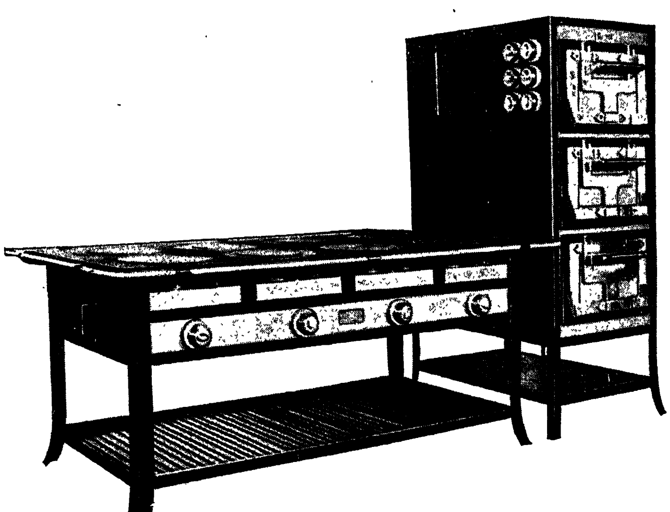


Fig. 2. Acht-Platten-Hotelherd mit Back-Bratofen.

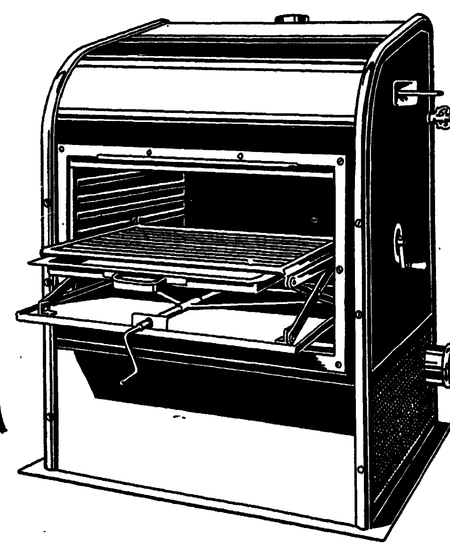


Fig. 4. Hotelgrill mit eingebautem Transformator.

Herd tätigen Koch nicht durch Hitze und Ausdünstungen.

Ein wichtiger Bestandteil eines modernen Herdes ist der *Glührost* (Fig. 3), der gestattet, alle Speisen herzustellen, die kurze Zeit eine rasch wirkende, sehr starke Hitze benötigen. In etwa 40 Sekunden nach dem Einschalten erreicht der Glührost seine Höchsttemperatur von etwa 900° C. Meist wird der Strom auf die ungefährliche Spannung von 10—36 V heruntertransformiert. Die Glühroste werden in den den gedachten Verwendungszweck besonders geeignete Wärmewirkung ausüben. Auch bei diesen Apparaten wird der Strom herabtransformiert.

Zu den eigentlichen Kochapparaten gehören auch die *direkt beheizten* Apparate aller Art, wie die Siedekessel (Fig. 5), die Brat- und Backpfannen, Küchlipfannen, Kartoffeldämpfer (Fig. 6), Brotröster (Fig. 7) usw. Der Nutzeffekt der direkt beheizten Apparate ist immer am höchsten, weshalb es sich empfiehlt, wenn

immer möglich, solche Apparate anzuwenden. Beliebte Nebenapparate sind auch die Platten-, Teller- und Speisewärmer (Fig. 8).

Die *Aufstellung der Grossküchenherde* kann auf jedem vorhandenen Fussboden geschehen. Wichtig ist, wie bei den Kleinküchen, die Verwendung von Geschirren mit starken und ebenen Böden. Es muss darauf gehalten werden, dass die Schalter im Interesse der Stromersparnis möglichst viel gebraucht werden; das Fortkochen der Speisen ist gewöhnlich auf der niedersten Stufe der Kochplatten möglich. Man sorge auch für Reinlichkeit. Jede Gruppe eines Herdes soll durch einen Wandschalter ausser Betrieb gesetzt werden können. Der Brat- und Backofen muss vor seiner Verwendung gut aufgeheizt werden.

Die *Vorzüge der elektrischen Grossküche* gegenüber jeder anderen Kochart liegen in ihrer Sauberkeit, Schnelligkeit und Wirtschaftlichkeit. Die Elektrizität gewährt wärmewirtschaftlich die grössten Vorteile, weil die elektrische Wärme nur da wirkt, wo sie gewünscht wird und erforderlich ist. Die milde, gleichmässige Wärme schont die wertvollen Nährstoffe bei der Speisenzubereitung, und der Wohlgeschmack der Speisen wird durch Ueberhitzung oder schädliche Feuerungsgase nicht beeinträchtigt. Die Erfahrungen beweisen, dass elektrische Grossküchen eine grosse Betriebsbereitschaft und Regulierfähigkeit aufweisen und ein sehr rasches Arbeiten ermöglichen. Sie sind dem strengsten Stossbetrieb gewachsen.

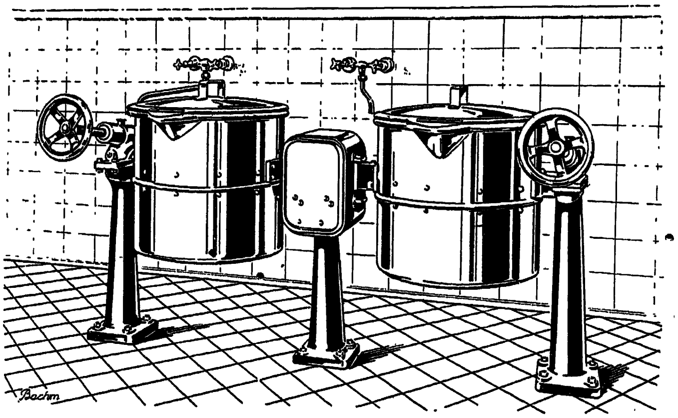


Fig. 5. Kippkesselanlage.

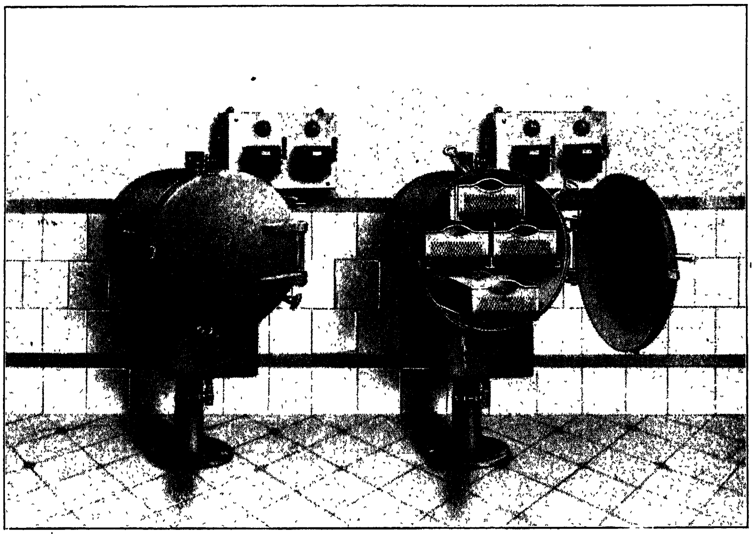


Fig. 6. Der elektrisch heizbare Kartoffeldämpfer.

In der «Schweiz. Wasserwirtschaft» sind eine Reihe von Zeugnissen aus der Praxis abgedruckt, die sich über die elektrische Küche lobend äussern. Mehrfach wird auf die gute Ausführung, das einwandfreie Funktionieren, die grosse Leistungsfähigkeit auch bei stärkstem Stossbetrieb hingewiesen. Besonders beliebt scheinen die Glühroste und Grills zu sein.

Ueber den *Stromverbrauch in der Gross-*

küche und über sein Verhältnis zum Kohlen- und Gasverbrauch bestehen noch wenig brauchbare Unterlagen, um daraus sichere Schlüsse ziehen zu können. Die absoluten Stromverbrauchszahlen sind von sehr vielen Faktoren abhängig und Vergleiche müssen mit grosser gleichen Einrichtungen und gleichem Betrieb bei gleicher Qualität der Küche einander gegenüberstellt. Sogenannte Paradeversuche sind unbrauchbar; verwendbar sind nur praktische Ergebnisse aus Betrieben während einer möglichst langen Zeitdauer.

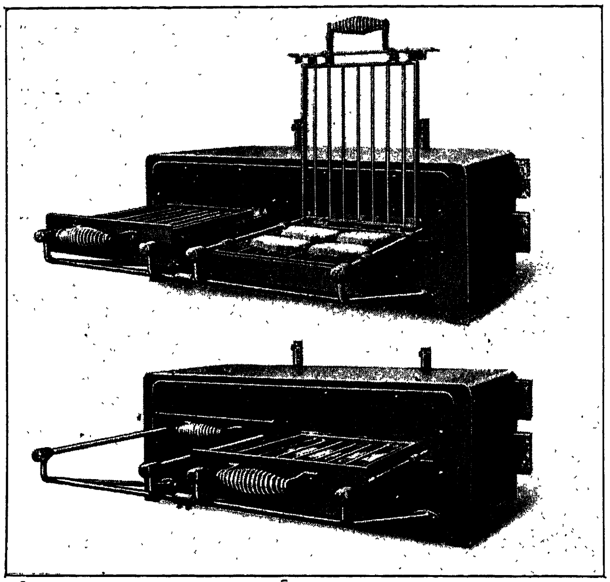


Fig. 7. Elektrischer Brotröster.

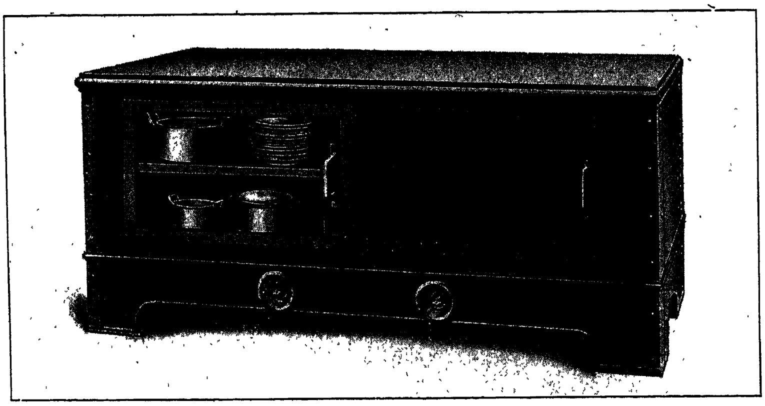


Fig. 8. Platten-, Teller- und Speisewärmer.

Vorsicht aufgestellt werden. Der Stromverbrauch hängt zunächst von der Qualität der Küche ab; in erstklassigen Hotels oder Speiserestaurants ist er pro Person oder Mahlzeit grösser als in Küchen von Krankenhäusern oder Speiseanstalten. Auch die Art der verwendeten Apparate spielt eine Rolle. Grills brauchen verhältnismässig mehr Strom als Bratöfen, Kippkessel sind sparsamer im Betrieb als Kochherde. Ferner ist es sehr wichtig, zu wissen, ob der Warmwasserverbrauch im Stromverbrauch inbegriffen und wie hoch er ist.

Richtige Vergleiche lassen sich nur ziehen, wenn man ungefähr gleich grosse Betriebe mit

Die folgende Tabelle haben wir dem «Werbeleiter» der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke entnommen und durch einige andere Erhebungen ergänzt. Die Zahlen über den Gasverbrauch stammen aus den «Technischen Monatsblättern für Gasverkäufer» sowie aus der Zeitschrift «Das Gas- und Wasserfach». Es geht aus der Tabelle hervor, dass der Gasverbrauch inklusive Warmwasserbereitung in Grossküchen zwischen 0,200 und 0,450 m^3 pro Portion, je nach Art und Grösse des Betriebes, schwankt. Für den Stromverbrauch (inklusive Warmwassererzeugung) ergeben sich Zahlen von 0,220 bis 0,650 kWh pro Portion. Interessant sind

die Zahlen vom Knabeninstitut Zugerberg. Es handelt sich hier um eine gut geführte Küche mit sehr hohem Warmwasserverbrauch. Konsumenten sind junge Männer mit einem bekanntermassen gesegneten Appetit. Es ergibt sich ein Stromverbrauch inklusive Warmwasserverbrauch von 0,457 kWh pro Portion, wobei fünf Mahlzeiten pro Tag in die Berechnung gezogen werden. Pro Person und Tag ergibt sich ein Konsum von 1,074 kWh für die Küche und 1,210 kWh für die Warmwasserbereitung, zusammen 2,284 kWh.

Gas					Elektrizität					
Betrieb	Karteikarte	Portionenzahl pro Monat	Monatl. Verbrauch m³	m³ pro Portion	Betrieb	Quelle	Portionenzahl pro Monat	Monatl. Verbrauch kWh	kWh pro Portion	Bemerkungen
Höchster Farbwerke	IX 1926 1 b 26	30 400	10 000	**0,330**	Elektrische Grossküche	Schneider, Die elektr. Grossküche, S. 40	—	—	**0,250**	Zeitraum der Erhebungen: 12 Jahre
					Kasinoküche SSW, Berlin	dto.	69 488	21 126	**0,304**	Zeitraum der Erhebungen: 15 Jahre
Restaur. Lüth, Wilhelmsburg	XI 1922 1 b 2	2250	450	**0,200**	Kasinoküche E. W. München	Angabe der Betriebsleitung	6500	1600	**0,246**	Zeitraum der Erhebungen: 15 Monate
Societät Duisburg	VIII 1926 1 c 4	3573	1277	**0,340**	Kinderheim des Kreises Coesfeld	Angabe der Betriebsleitung	6400	1400	**0,219**	0,935 kWh je Kopf u. Tag bei voller Verpflegung
Deutsch-Amerik. Petroleum-Ges.	V 1928 1 b 49	5000	1717	**0,345**	Kasinoküche E. W. Unterelbe	Angabe der Betriebsleitung	1550	1000	**0,645**	Verhältniszahl zu 1 : 1,8 ermittelt nach Umst. von Gas auf Elektrizität
Leop.- u. Sophienstift, Karlsruhe i. Baden	VII 1926 1 b 20	130 Pers. volle Verpfleg.	3000[1])	**0,770** je Kopf u. Tag	Kindererholungsheim Northeim	Angabe der Betriebsleitung	70 Personen volle Verpflegung	2100	**1,0** je Kopf u. Tag	Zeitraum der Erhebungen: 6 Monate
St. Marienhospital, Wattenscheid	G.W.F. Aug. 1928	266 Pers. volle Verpflegung	6400	**1,047** je Kopf u. Tag	Knaben-Institut Zugerberg	Schweiz. Wasserwirtschaft 25. I. 29	23 100[2])	10 548	**0,457**	Zeitraum der Erhebungen: 1 Monat. Bei 165 Personen 1,074 kWh pro Pers. u. Tag für Küche, 1,210 kWh für Warmwasserbereitung
Bad Oeynhausen	Die Küche 1927 S. 343	750 Port.	207	**0,280**	Kant. Krankenanstalt Aarau	S. T. Z. No. 5 1929	500 Pers.[5])	1370[6])	**0,9** je Kopf u. Tag	Zeitraum der Erhebungen: 7 Jahre
Teerverwertung Duisburg-Meiderich	VIII 1926 1 c 3	1988[3]) Mahlz. in 25 Tagen	526	**0,265**						
Grossgasküche in Verden	X 1925 1 c 2	1260[4])	2800	**0,278**						

1) Warmwasserbereitung durch Coks.
2) 5 Mahlzeiten: Frühstück (Café complet), 2. Frühstück (Cacao); Mittagessen (1 Vorspeise, 1 bis 2 Fleisch, 2 Gemüse, Dessert); Vesper (Café complet); Abendessen (Suppe, 1 bis 2 Fleisch, 2 Gemüse, Dessert).
3) 1419 Mittag- und Abendessen; 569 Tassen Kraftbrühe und Kaffee.
4) Suppe, 1 Gang (Fleisch, Kartoffeln, Gemüse, Nachtisch, 1 Tasse Kaffee).
5) Ohne Zwischenmahlzeiten.
6) Ohne Warmwasser.

Elektrische Fussgesimsheizung. 644.26

In der «Elektrizitätsverwertung» 1928/29, Heft 11/Februar, beschreibt A. E. Herdener, Gent, eine interessante elektrische Raumheizung. Nach Fig. 1 und 2 wird das Fussgesims *a*

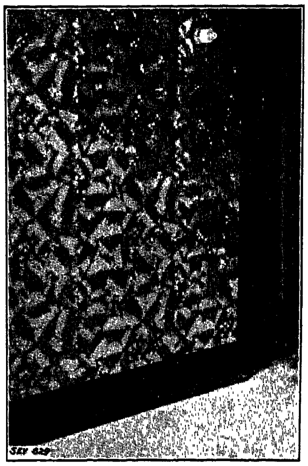


Fig. 1.

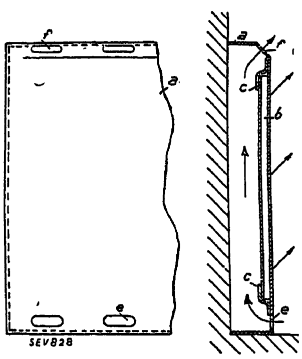


Fig. 2.

(Fig. 2) aus Metall hergestellt, *b* wird als elektrischer Flachheizkörper ausgebildet; *c* dient zu dessen Befestigung; *e* und *f* sind Ventilationsöffnungen, die den Zweck haben, die an der hinteren Oberfläche des Heizkörpers erzeugte Wärme der Raumheizung nutzbar zu machen und eine unnötige Erwärmung der Mauern zu vermeiden.

Die Fussgesimse werden zweckmässig in Elementen von 1 bis 2 m hergestellt und an Ort und Stelle zusammengebaut. Die Verbindungen zwischen den einzelnen Heizelementen können als thermische Schmelzsicherungen ausgebildet werden.

Pro laufenden Meter wird nach Angaben von A. E. Herdener mit einer Leistungsaufnahme von bis 300 W gerechnet; die Oberflächentemperatur bleibt dabei unter 100° C, so dass keine Staubverbrennung stattfindet. Wird nicht der ganze Raum mit dem geheizten Fussgesimse ausgestattet, sondern nur z. B. eine Wand, so wählt man zweckmässig die kälteste Wand aus.

Die einfachste Ausführung der Gesimse besteht aus Eisenblech, das mit wärmefesten Farben gestrichen oder lackiert werden kann.

Als weitere Vorteile gegenüber gewöhnlichen elektrischen Oefen werden genannt: Milde, von unten kommende Wärme, gleichmässige Wärmeverteilung, keine Platzbeanspruchung, da ein Fussgesimse ohnehin vorhanden sein muss, kleine Anschaffungskosten.

Einfluss der Bearbeitung von Blechpaketen auf den Wirbelstromwiderstand. 621.313(0053)

In der E. T. Z. 1929, No. 11, S. 382, gibt Friedr. Goltze, Berlin, die Ergebnisse von Versuchen bekannt, die zur Ermittlung des schädlichen Einflusses der Bearbeitung von Blechpaketen angestellt wurden.

Es wurden 6 Proben aus sauber gratlos geschnittenen Eisenblechstreifen angefertigt. Die Streifen waren einseitig mit Isolierlack lackiert und zu Paketen zusammengenietet, wobei die Nieten isoliert waren. An diesen Blechpaketen wurde mittels Strom- und Spannungsmessung der Ohmsche Widerstand quer zu den Blechen durch das Paket hindurch wie folgt ermittelt:

Paket	1	2	3	4	5	6
Ω	0,74	0,64	0,69	0,76	0,66	0,80

Paket 1 wurde nun im Schraubstock mittels einer Vorfeile mit ziemlich grobem Hieb quer zu den Blechstreifen befeilt, wodurch der Widerstand auf 0,08 Ω, also etwa den zehnten Teil, sank.

Paket 2 wurde mittels einer Shapingmaschine in der Richtung der Blechkanten behobelt, wodurch der Widerstand auf 0,016 Ω, also etwa den vierzigsten Teil, sank. Aehnliches würde sich wohl beim Drehen ergeben.

Paket 3 wurde mit einer harten Scheibe geschliffen. Die Trennfugen waren noch zu erkennen. Der Widerstand sank auf 0,013 Ω.

Paket 4 und 5 wurden mit mittelharter Scheibe geschliffen. Die Trennfugen waren fast nicht mehr zu erkennen. Der Widerstand von Paket 4 sank auf 0,009 Ω, derjenige von Paket 5 auf 0,0085 Ω.

Paket 6 wurde mit einer weichen Scheibe geschliffen. Die bearbeiteten Oberflächen waren völlig verschmiert. Der Widerstand sank auf 0,007 Ω, also auf etwa einen Hundertstel des ursprünglichen Wertes.

Dem Artikel in der E. T. Z. sind Mikrophotographien der bearbeiteten Oberflächen beigegeben.

Die Versuche zeigen, dass die Bearbeitung von Blechpaketen so viel als möglich zu vermeiden ist.

Le dégel de conduites d'eau par le courant électrique. 644.26:628

A propos de la notice publiée à ce sujet dans le dernier numéro du Bulletin de l'A. S. E., intitulée «Auftauen eingefrorener Wasserleitungen», M. L. Martenet, directeur du service de l'électricité de la Ville de Neuchâtel, nous fait la communication suivante:

«Nous avons réussi à dégeler plus de 300 embranchements particuliers, avec deux équipes travaillant chacune avec un transformateur d'environ 7 kW transformant le courant de 125 volts en courant de 20 volts, 350 à 400 ampères, sur des conduites de ½" en fer étiré et jusqu'à 80 mm en fonte. Le temps de dégèlement variait entre 2 et 30 minutes.»

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Ein- und Ausfuhrzahlen einiger die elektrotechnische Industrie interessierender Materialien in den Jahren 1927 und 1928.

Zollpos.	Bezeichnung	1928 Import kg	1928 Import Fr.	1928 Export kg	1928 Export Fr.	1927 Import kg	1927 Import Fr.	1927 Export kg	1927 Export Fr.
635a	Isolierröhren	2 875	4 004	24 631	21 161	2 796	3 373	10 272	9 818
635b	Gewebe, Geflechte, Schnüre und Röhren aus Asbest u. Mika	419 744	1 766 915	316 486	1 877 377	364 300	1 617 244	310 781	1 635 231
679	Isolatoren aus Porzellan .	1 191 907	1 821 486	33 995	89 010	909 113	1 400 494	59 972	79 835
781a	Kochherde für elektrotherm. Betrieb	13 663	63 543	497 952	1 925 186	6 979	22 874	295 223	1 234 908
792a	Bügeleisen für elektrotherm. Betrieb	5 520	23 425	144 808	467 641	4 181	18 096	117 842	373 811
824	Isolierte Kabel, nicht umsponnen oder umflochten, ohne Bleimantel, ohne Armatur, isolierte Drähte .	106 680	323 641	57 976	703 670	94 260	299 060	86 352	697 030
827	Isol. Kabel, umsponnen oder umflochten, ohne Bleimant.	101 338	439 773	178 170	771 395	78 901	302 659	149 537	696 079
883b	Elektrische Lokomotiven .	—	—	1 295 189	5 671 955	3 352	11 150	536 698	2 216 161
M-Dy	Dynamo-elektr. Maschinen	566 927	3 518 047	12 237 273	36 364 284	377 221	2 404 331	8 776 143	28 444 388
953	Kontroll-, Zähl- und Messinstrumente	37 642	676 110	1 265 184	16 696 207	32 093	647 073	1 065 330	13 214 782
954	Telephon- und Telegraphen-Apparate	349 518	6 973 064	81 674	1 812 505	266 388	5 001 659	57 987	959 144
956	Apparate für angewandte Elektrizität (im allgem. Tarif nicht anderweitig genannt)	682 335	5 016 231	1 819 855	13 824 407	560 420	4 158 800	1 708 932	14 320 923
1149	Glühlampensockel . . .	118 097	3 481 935	187 838	3 579 299	86 614	2 447 670	147 323	2 993 661

Abmachungen des Elektrizitätswerkes des Kantons Thurgau mit seinen Abonnenten hinsichtlich Versicherung, Reparatur und Unterhalt der Transformatorenstationen. 621.311(007)

Das Elektrizitätswerk des Kantons Thurgau verkauft, im Gegensatz zu den meisten Ueberlandwerken, seine Energie vorzugsweise und beinahe ausschliesslich in Hochspannung (8000 Volt) an Gemeinden und Genossenschaften und überlässt denselben die Verteilung in Niederspannung. Die Transformatorenstationen gehören durchweg den Wiederverkäufern.

Ab 1. Januar 1929 haben die Elektrizitätswerke des Kantons Thurgau die *Versicherung der Transformatoren ihrer Abonnenten* übernommen. In der Annahme, die diesbezüglichen Bestimmungen werden da und dort interessieren, geben wir sie nachstehend wieder:

An die Abonnenten des Elektrizitätswerkes des Kantons Thurgau.

1. Betr. Transformatorenversicherung.

Wir haben wiederholt die Feststellung machen müssen, dass die Versicherungen von Transformatoren bei Mobiliarversicherungsanstalten nicht immer den beabsichtigten Zweck voll erfüllen, weil die üblichen Versicherungsbedingungen eine Entschädigungspflicht bei Ueberspannungen ausschliessen. Da aber die meisten Beschädigungen von Transformatoren durch Ueberspannungen infolge von Gewittern usw. entstehen, ergeben sich in den meisten Fällen Anstände, und es kommen die Sekundärnetze trotz Versicherung häufig in den Fall, den Schaden selbst tragen zu müssen.

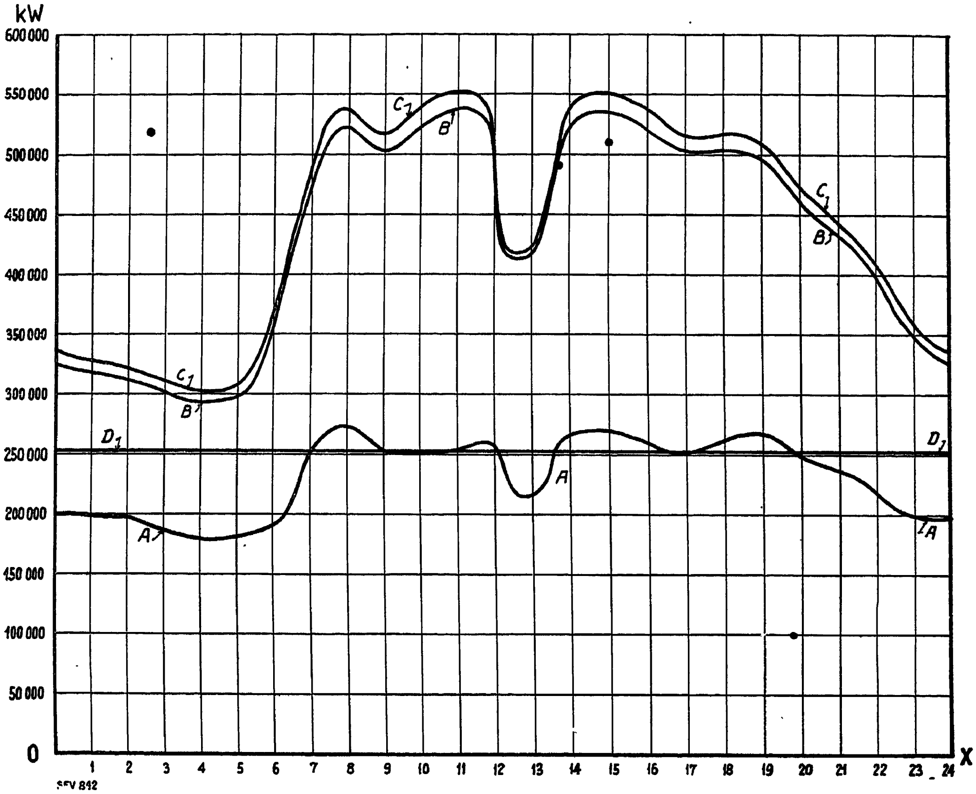
Um diese Verhältnisse definitiv im Interesse der Abonnenten zu ordnen, hat der Verwaltungsrat des Elektrizitätswerkes des Kantons Thurgau beschlossen, diese Versicherung mit Wirkung ab 1. Januar 1929 selbst an die Hand zu nehmen, und zwar in der Form, dass Transformatorenschäden, welche ohne Verschulden des Abonnenten entstehen, in der Transformatorenwerkstätte des Kantonswerkes in Sulgen kostenlos repariert werden, soweit es sich um Transformatoren handelt, welche durch das Kantonswerk bezogen worden sind und welche

(Fortsetzung siehe Seite 200)

Statistik des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke über die Energieproduktion.
Statistique de l'Union de Centrales Suisses concernant la production d'énergie.

[Umfassend die Elektrizitätswerke, welche in eigenen Erzeugungsanlagen über mehr als 1000 kW verfügen, d. h. ca. 97% der Gesamtproduktion[1])].
Comprenant toutes les entreprises de distribution d'énergie disposant dans leurs usines génératrices de plus de 1000 kW, c. à d. env. 97% de la production totale[2])].

Verlauf der wirklichen Gesamtbelastungen am 13. Februar 1929.
Diagramme journalier de la production totale le 13 février 1929.



Leistung der Flusskraftwerke . . . . = $OX \div A$ = Puissance utilisée dans les usines au fil de l'eau.
Leistung der Saisonspeicherwerke . . . . = $A \div B$ = Puissance utilisée dans les usines à réservoir saisonnier.
Leistung der kalorischen Anlagen und Energieeinfuhr . = $B \div C$ = Puissance produite par les installations thermiques et importée.

Verfügbare Leistung der Flusskraftwerke (Tagesmittel) = $OX \div D$ = Puissance disponible (moyenne journalière) des usines au fil de l'eau.

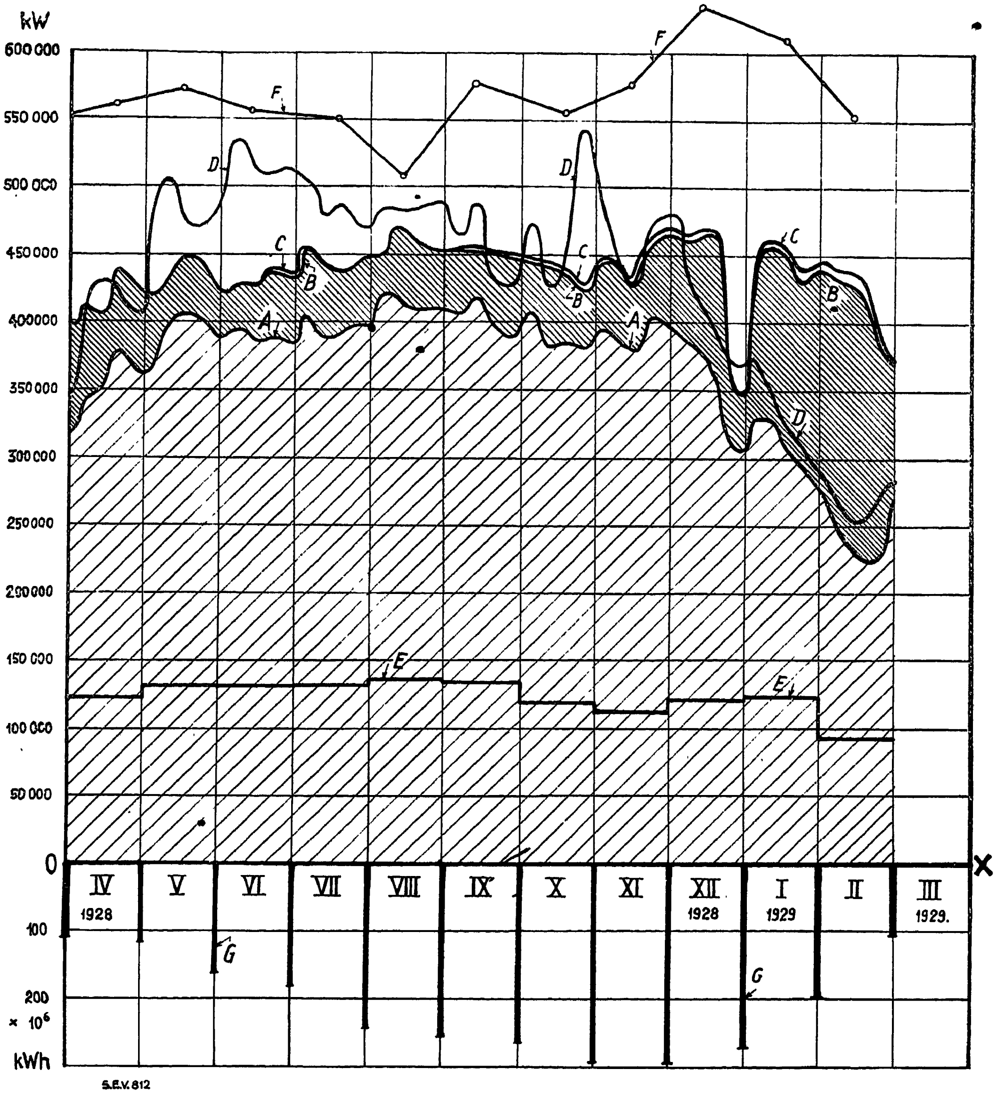
Im Monat Februar 1929 wurden erzeugt:		*En février 1929 on a produit:*
In Flusskraftwerken	158,1 × 10⁶ kWh	dans les usines au fil de l'eau,
In Saisonspeicherwerken	97,8 × 10⁶ kWh	dans les usines à réservoir saisonnier,
In kalorischen Anlagen im Inland	2,1 × 10⁶ kWh	dans les installations thermiques suisses,
In ausländischen Anlagen (Wiedereinfuhr)	2,6 × 10⁶ kWh	dans des installations de l'étranger (réimportation)
Total	260,6 × 10⁶ kWh	au total.

Die erzeugte Energie wurde angenähert wie folgt verwendet:			*L'énergie produite a été utilisée approximativement comme suit:*
Allgem. Zwecke (Licht, Kraft, Wärme im Haushalt, Gewerbe und Industrie).	ca.	166,1 × 10⁶ kWh	pour usage général (éclairage, force et applications thermiques dans les ménages, les métiers et les industries),
Bahnbetriebe	ca.	17,4 × 10⁶ kWh	pour les services de traction,
Chemische, metallurg. und therm. Spezialbetriebe	ca.	14,3 × 10⁶ kWh	pour chimie, métallurgie et électrothermie,
Ausfuhr	ca.	62,8 × 10⁶ kWh	pour l'exportation,
Total	ca.	260,6 × 10⁶ kWh	au total.

Davon sind in der Schweiz zu Abfallpreisen abgegeben worden: 26,7 × 10⁶ kWh ont été cédées à des prix de rebut en Suisse.

1) Nicht inbegriffen sind die Kraftwerke der Schweiz. Bundesbahnen und der industriellen Unternehmungen, welche die Energie nur für den Eigenbedarf erzeugen.
2) Ne sont pas comprises les usines des Chemins de Fer Fédéraux et des industriels produisant l'énergie pour leur propre compte.

Verlauf der zur Verfügung gestandenen und der beanspruchten Gesamtleistungen.
Diagramme représentant le total des puissances disponibles et des puissances utilisées.



Die Kurven *A, B, C* und *D* stellen die Tagesmittel aller Mittwoche, die Kurve *E* Monatsmittel dar.

Die Wochenerzeugung erreicht den 6,40 bis 6,43fachen Wert der Mittwocherzeugung. Das Mittel dieser Verhältniszahl ergibt sich zu 6,42.

Les lignes *A, B, C, D* représentent les moyennes journalières de tous les mercredis, la ligne *E* la moyenne mensuelle.

La production hebdomadaire est de 6,40 à 6,43 fois plus grande que celle des mercredis. La valeur moyenne de ce coefficient est de 6,42.

In Flusskraftwerken ausgenützte Leistung	=	$OX \div A$ =	Puissance utilisée dans les usines au fil de l'eau.
In Saisonspeicherwerken erzeugte Leistung	=	$A \div B$ =	Puissance produite dans les usines à réservoir saisonnier.
Kalorisch erzeugte Leistung und Einfuhr aus ausländischen Kraftwerken	=	$B \div C$ =	Puissance importée ou produite par les usines thermiques suisses.
Auf Grund des Wasserzuflusses in den Flusskraftwerken verfügbar gewesene Leistung	=	$OX \div D$ =	Puissance disponible dans les usines au fil de l'eau.
Durch den Export absorbierte Leistung	=	$OX \div E$ =	Puissance utilisée pour l'exportation.
An den der Mitte des Monates zunächst gelegenen Mittwochen aufgetretene Höchstleistungen	=	$OX \div F$ =	Puissances maximums les mercredis les plus proches du 15 de chaque mois.
Anzahl der am Ende jeden Monats in den Saisonspeicherbecken vorrätig gewesenen Kilowattstunden	=	$OX \div G$ =	Quantités d'énergie disponibles dans les réservoirs saisonniers à la fin de chaque mois.

hinsichtlich ihres Alters und technischen Ausführung noch eine Reparatur wert sind. In den nachstehenden Bestimmungen sind diese Verhältnisse genauer geordnet, und wir hoffen gerne, dass unsere Abonnenten von dieser neuen Einrichtung Nutzen ziehen werden.

Bei gleicher Gelegenheit machen wir Sie auf folgende Verhältnisse betreffend Versicherung von elektrischen Anlagen aufmerksam:

a) Alle Hausinstallationen, welche fest montiert sind, gelten als Bestandteil der Gebäude und sind bei der kantonalen Brandassekuranz-Anstalt zu versichern.

b) Mobile Einrichtungen, wie Zähler, Beleuchtungskörper, Apparate und Motoren sind dagegen bei der kantonalen Brandassekuranz-Anstalt nicht versichert. Es steht den privaten Eigentümern oder den Elektrizitätswerken frei, sie bei privaten Mobiliarversicherungsanstalten einzeln oder gesamthaft versichern zu lassen.

c) Für Leitungsnetze dürfte sich in Anbetracht des geringen Risikos eine Versicherung erübrigen.

d) Transformatoren werden in der Hauptsache vom Kantonswerk im Bedarfsfalle kostenlos repariert, so dass eine Versicherung ebenfalls nicht mehr notwendig ist. Für diejenigen Transformatoren, welche gemäss den nachstehenden Bestimmungen nicht in diese Gratisversicherung einbezogen sind, können die Besitzer, wenn sie es als nötig erachten, eine Versicherung bei einer Mobiliarversicherungsgesellschaft eingehen.

Zum Schlusse verweisen wir noch auf die beim Kantonswerk bestehende Einrichtung des Unterhaltes der Transformatorenstationen im Abonnement. Die nähern Bestimmungen dieser Institution sind weiter unten aufgestellt und wir empfehlen denjenigen Sekundärnetzen, welche davon noch nicht Gebrauch gemacht haben, sich anzumelden. Mit diesem Unterhaltungsabonnement sind die Sekundärnetze aller Sorge und Mühe betreffend der Transformatorenstation vollständig enthoben, da das Kantonswerk gegen eine bescheidene Abonnementsgebühr die Station stets in Ordnung hält und allfällige Mängel sofort repariert.

2. Bestimmungen über die Reparatur von Transformatoren in der Werkstätte Sulgen des Elektrizitätswerkes des Kantons Thurgau.

A. Es werden kostenlos repariert: Alle Transformatoren, welche vom Elektrizitätswerk des Kantons Thurgau an die Abonnenten geliefert worden sind und ohne Verschulden des Besitzers durch Kurzschluss, Ueberspannung, Blitzschlag und Feuer beschädigt werden.

Ausgenommen hievon sind folgende Transformatoren:

a) Transformatoren, welche älter sind als 20 Jahre, vom Herstellungsdatum an gerechnet, da deren Reparatur sich in den meisten Fällen nicht mehr lohnt;

b) Transformatoren mit dickflüssigem Oel, welche aus technischen Gründen nicht mehr repariert werden können. Im Bedarfsfalle wird vom Kantonswerk Umtausch-Offerte gestellt;

c) Transformatoren, welche durch Vernachlässigung in Aufstellung und Betrieb, sowie durch Ueberlastung bzw. zu stark dimensionierte Sicherungen Schaden leiden. Das Kantonswerk behält sich vor, in Fällen, die ihm bekannt werden, die Besitzer von Transformatoren auf die Uebelstände und die eventuellen Folgen aufmerksam zu machen.

Anmerkung. In der kostenlosen Reparatur sind die Kosten für Demontage, Transport und Wiedermontage nicht inbegriffen. Diese Kosten sind vom Besitzer des Transformators zu übernehmen, sofern die betreffende Station nicht vom Kantonswerk abonnementweise unterhalten wird. Wo aber ein Unterhaltungsabonnement besteht, werden auch die Transport- und Montagekosten vom Kantonswerk übernommen.

Ueber die Notwendigkeit und die Ausführung von Reparaturen entscheidet das Kantonswerk; allfällig konstatierte Fehler an Transformatoren sind dem Kantonswerk unverzüglich zu melden.

B. Zu den Selbstkosten werden repariert:

a) Transformatoren, welche nicht vom Kantonswerk geliefert worden sind, aber im Besitze eines Abonnenten des Kantonswerkes stehen und im Netze des Kantonswerkes angeschlossen sind.

b) Transformatoren, die über 20 Jahre alt sind, soweit sich die Reparatur noch lohnt, bzw. wenn die Reparatur- und Erneuerungskosten kleiner sind als die Anschaffung eines neuen Transformators.

c) Transformatoren, welche durch Selbstverschulden des Besitzers schadhaft werden.

Anmerkung. Auch in diesen unter *B.* genannten Fällen werden die Kosten für Demontage, Transport und Wiedermontage vom Kantonswerk übernommen, wenn die betreffende Station im Abonnement vom Kantonswerk unterhalten wird.

C. Bei noch geltenden Versicherungen mit privaten Versicherungsgesellschaften gehen allfällige Ansprüche an die Versicherungsgesellschaft an das Kantonswerk über, sofern dieses in die Lage kommt, einen Transformator kostenlos zu reparieren.

3. Betreffend Unterhalt der Transformatorenstationen.

Wir machen unsere Abonnenten neuerdings darauf aufmerksam, dass wir auf Wunsch den Unterhalt der Transformatorenstationen im Abonnement besorgen. Es sind viele Sekundärnetze nicht in der Lage, ihre Stationen in einem einwandfreien Zustand zu erhalten, wie dies für den Betrieb wünschenswert ist, und anderseits legen wir Wert darauf, im Interesse der allgemeinen Betriebssicherheit genügend Personal zu halten, sofern dasselbe ausreichend beschäftigt werden kann. Deshalb besorgen wir diesen Transformatorenunterhalt zu äusserst billig berechneten Ansätzen und machen daraus kein Geschäft. Mehr als die Hälfte unserer Abonnenten haben bereits seit Jahren zur beidseitigen Befriedigung von der Einrichtung Gebrauch gemacht.

Für diejenigen Netze, welche sich im weitern dafür interessieren, sei mitgeteilt, dass das Abonnement umfasst:

Zweimal jährlich gründliche Revision und Reinigung,
Prüfung der Erdleitungen,
Besorgung der Blitzschutzapparate,
Reparatur von Sicherungen und Blitzschutzapparaten,
Ersatz defekter Isolatoren,
Lieferung der nötigen Primär-Schmelzeinsätze,
Anstrich der Metall- und Holzteile, inkl. Türen usw. (einmal in drei Jahren),
Erneuerung unleserlicher Plakate und Warnungstafeln,
Instandhaltung der Schlösser,
Messung auf Erdschluss des gesamten Sekundärnetzes,
Sämtliche Montage- und Transportkosten bei eventuell vorkommenden Transformatorenreparaturen.

Nicht inbegriffen sind:

Ersatz der Schmelzeinsätze in den Sekundärsicherungen,
Ersatz der Glühlampen für die Stationsbeleuchtung,
Reparatur der zur öffentlichen Beleuchtung gehörenden Apparate,
Verputz-, Dachdecker-, Glaser- und Spenglerarbeiten.

Das Abonnement dauert jeweilen drei Jahre, die Abonnementspreise sind folgende:

Fr. 30.— jährlich:
Station Type E des E. K. Th. Stangenstation (bei Holzstangen ohne Unterhalt derselben);

Fr. 40.— jährlich:
Type B des E. K. Th. (kleine gemauerte Station);
Type Z des E. K. Th. (eiserne Kabinenstation);
Type Oerlikon (eiserne Gittermaststation);
Type Motor (Gittermaststation);
Type Beznau (kleine gemauerte Station);

Fr. 45.— jährlich:
Type A des E. K. Th. (grosse gemauerte Station sowie ähnliche Ausführungen).

Briefe an die Redaktion. — Communications à l'adresse de la rédaction.

Neue Schienenbremsen bei elektrischen Strassenbahnen. Technische Mitteilung von *K. Trott*, Bull. S. E. V. 1929, No. 5, S. 143. Die *Maschinenfabrik Oerlikon*, Oerlikon (M. F. O.), teilt uns mit, dass die in obengenanntem Artikel beschriebene Schienenbremse nicht neu, sondern Gegenstand von Patenten der M. F. O. aus dem Jahre 1914 war und mit dem Erlöschen dieser Patente im Jahre 1923 Allgemeingut wurde. Sie ist nach Vorschlag und Patent M. F. O. seit Jahren bei einer grossen Zahl von städtischen Strassenbahnen (z. B. auch bei der Städtischen Strassenbahn Zürich), Ueberland- und Kleinbahnen angewendet worden und in Betrieb.

Miscellanea.

Schweizerische Mustermesse Basel. Die diesjährige schweizerische Mustermesse findet vom 13. bis 23. April statt. Einfache Bahnbillette sind auch zur Rückfahrt gültig, sofern sie im Bahnbureau der Messe abgestempelt worden sind.

E. T. H. Freifächerabteilung. Im Sommersemester 1929 sind an der Freifächerabteilung der Eidg. Techn. Hochschule eine Reihe von Vorlesungen technischer Natur angesagt (Programm zu beziehen von der Rektoratskanzlei), welche viele in der Praxis stehende Elektroingenieure interessieren dürften. Es sei aus der grossen Auswahl nur auf folgende hingewiesen: Grundzüge der theoretischen Elektrotechnik (Privatdozent Dr. Andronescu); Psychotechnik (Privatdozent Dr. A. Carrard); Umformer (Prof. E. Dünner); Autogene und elektrische Schweissung mit Uebungen (Privatdozent C. F. Keel); Ausgewählte Kapitel aus der theoretischen Elektrotechnik (Prof. Dr. K. Kuhlmann); Technisch-wirtschaftliche Vorarbeiten für Wasserkraftanlagen (Privatdozent H. Roth); Technische Messungen an elektrischen Maschinen und ihre Hilfsapparate (Privatdozent Dr. E. Wirz).

Speziell machen wir diejenigen Kreise, welche sich mit Elektrizitätswirtschaft zu befassen haben, auf die Vorlesung von Prof. Dr. W. Wyssling aufmerksam, der in der ersten Hälfte des Semesters über Energiewirtschaft hydro-elektrischer Werke lesen wird.

Wir möchten denjenigen Firmen und Verwaltungen, denen die oben angeführten Fachgebiete Interesse bieten, sehr empfehlen, ihren Ingenieuren und Betriebsbeamten zu ermöglichen, diese Gelegenheiten zur Weiterbildung zu benützen.

Elektrifikation Iselle-Domodossola. Der Verwaltungsrat der S. B. B. hat die Vorlage der Generaldirektion zur Elektrifikation der Linie Iselle-Domodossola nach Projekt der Generaldirektion im Einverständnis mit den italienischen Staatsbahnen angenommen. Die Traktion und der Betrieb dieser Linie obliegt den S. B. B., während der Stationsdienst und der Unterhalt des Unterbaues der italienischen Eisenbahnverwaltung überbunden ist. Die S. B. B. haben die Elektrifikation dieser Strecke nach dem Einphasensystem zum festen Preise von Fr. 999 949 übernommen. Die Energie wird das Kraftwerk Massaboden liefern, das auf Einphasenstrom umgebaut wird. Ebenso wird der Simplontunnel, in welchem seit seiner Betriebseröffnung die elektrische Traktion nach dem Dreiphasensystem eingerichtet war, auf Einphasenstrom umgebaut. Die Kosten dieses Umbaues sind für das Kraftwerk Massaboden zu Fr. 730 000 veranschlagt, für den Bahnhof Brig und den Simplontunnel zu Fr. 900 000.

Literatur. — Bibliographie.

Illustrierte Technische Wörterbücher, Bd. II: Elektrotechnik und Elektrochemie. Herausgegeben von *Alfr. Schlomann.* Verlag: V. D. I.-Verlag G. m. b. H., Berlin NW 7. Preis geb. RM. 80.—.

Die Schlomannschen Wörterbücher sind seit Jahren bekannt und geschätzt, so dass sie keiner weitern Empfehlung bedürfen. Als Hauptnachteil speziell des Bandes über die Elektrotechnik war seit Jahren schon das Fehlen einer Neubearbeitung zu nennen, denn die aus dem Jahre 1907 stammende erste Auflage, die seither nicht grundlegend neu bearbeitet worden war, musste mit den Fortschritten der Technik veralten. Diese Lücke ist nun durch die vorliegende Neubearbeitung ausgefüllt worden.

Diese enthält total rund 20 000 Wörter, zum Teil auch Satzwendungen, in den sechs Sprachen: Deutsch, Englisch, Russisch, Französisch, Italienisch und Spanisch. Zur Verdeutlichung tragen ca. 4000 Figuren bei, die allerdings teilweise noch verbesserungsfähig sind.

Zweckmässig scheint uns auch, dass die Ordnung der Wörter nach der Materie, wie in der alten Auflage, beibehalten worden ist, da dadurch das Suchen nach geeigneten Ausdrücken wesentlich erleichtert wird. Dies macht allerdings ein alphabetisch geordnetes Wörterverzeichnis notwendig, wodurch der Umfang des Werkes um ⅔ erhöht wird. Seine allgemeine Brauchbarkeit wird aber dadurch so erhöht, dass dieser Nachteil dadurch mehr als aufgewogen wird. Neu ist in dieser Ausgabe die Trennung des alphabetischen Wörterverzeichnisses nach Sprachen, wodurch ebenfalls das rasche Aufsuchen wesentlich erleichtert wird.

Druck und Ausstattung des Werkes sind gut. Nachdem wir das Wörterbuch einige Zeit im praktischen Gebrauch haben, können wir bestätigen, dass dasselbe sehr gute Dienste leistet.

H. F. Zangger.

Technologisches Handbuch der Elektrotechnik und Elektrochemie. Herausgegeben von *Alf. Schlomann.* Ca. 900 Seiten, 19 × 25 cm, und 3500 Figuren. Verlag: Technische Wörterbücher Verlag G. m. b. H., Berlin. Preis geb. RM. 45.—.

Das Technologische Handbuch der Elektrotechnik bildet insofern eine wertvolle Ergänzung des Technischen Wörterbuches der Elektrotechnik (Besprechung des letzteren siehe vorstehend), als in demselben die Begriffserklärungen der deutschen Ausdrücke gegeben sind. Bei Uebersetzungen ist allerdings darauf Rücksicht zu nehmen, dass sich die Begriffe für entsprechende Worte in den verschiedenen Sprachen durchaus nicht immer decken. Die Zweckmässigkeit und Nützlichkeit eines solchen Werkes ist anzuerkennen.

Den eigentlichen Begriffserklärungen vorangestellt ist ein alphabetisches Wörterverzeichnis. Die Begriffserklärungen selbst sind nach der Materie geordnet, wohl die einzig zweckmässige Anordnungsweise, um Wiederholungen zu vermeiden. Den Erklärungen sind auch vielfach Figuren und Formeln beigegeben. Die ersteren lassen teilweise noch zu wünschen übrig.

Aus der Durchsicht einer Reihe von Begriffserklärungen haben wir den Eindruck erhalten, dass dieselben im allgemeinen mit Sorgfalt durchdacht sind. Soweit möglich, lehnen sich die Erklärungen an die Auffassung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker an. Sie sind daher nicht alle ohne weiteres auch ausserhalb Deutschlands im gleichen Sinne anwendbar. Es ist an sich nicht erstaunlich, dass bei einer so grossen Zahl von Definitionen auch hie und da nicht die besten Erklärungen gegeben werden, wie z. B. in Spalte 1265, wo es heisst, dass das Löschen des Lichtbogens durch die Wärmewirkung darin bestehe, dass ein an der engsten Stelle von zwei Metallbügeln sich befindender Lichtbogen einen Teil einer stromdurchflossenen Leiterschleife bilde, wobei eine Kraftwirkung auftrete, die durch die aufsteigende erwärmte Luft den Lichtbogen an den auseinanderstehenden Bügeln so lange emporbläst, bis der Abstand im Verhältnis zur Spannung zu gross wird und der Lichtbogen erlischt. In diesem Falle hätte darauf hingewiesen werden müssen, dass die Tendenz des Lichtbogens, sich zu verlängern, vor allem auf magnetische Kraftwirkung zurückgeführt und erst in zweiter Linie auf den Auftrieb durch erwärmte Luft zurückgeführt werden muss, wie das einfache Experiment mit einem umgekehrt aufgestellten Hörnerableiter zeigt.

Zusammengefasst kann geagt werden, dass das Werk einem Bedürfnis entspricht; mit grossem Fleiss und mit Sorgfalt sind tausende von Begriffserklärungen aus dem Gebiete der Elektrotechnik (mit Ausnahme der Fernmeldetechnik) zusammengetragen worden. Druck und Ausstattung sind gut. Das Werk kann empfohlen werden.

H. F. Zangger.

Die Messwandler, ihre Theorie und Praxis. Von Dr. *J. Goldstein,* Oberingenieur der A. E. G. Transformatorenfabrik. 165 Seiten, 14 × 21 cm, 130 Figuren. Verlag: Julius Springer, Berlin. Preis RM. 12.—, geb. RM. 13.50.

Die vorliegende Arbeit beschlägt ein interessantes Spezialgebiet des Transformatorenbaues, das weder die Lehrbücher noch die messtechnischen Abhandlungen eingehend behandeln. Der Natur des Stoffes entsprechend ist die Zweiteilung in Strom- und Spannungswandler gegeben. Die Stromwandlerprobleme umfassen mit vier Kapiteln den Hauptteil des 165 Seiten starken Buches. Im ersten Kapitel vermittelt der Autor zunächst die theoretischen Grundlagen, Diagramme und Hauptgleichungen und zeigt den Einfluss der einzelnen Bestimmungsgrössen — Eisenkern, Permeabilität, Ampèrewindungszahl, Streuung, Belastung, Messzubehör — auf die Wirkungsweise der Wandler. Mit den Eigentümlichkeiten der verschiedenen Ausführungsformen der Topfstromwandler, Schleifen- und Durchführungswandler befasst sich der zweite

Abschnitt; auch Umschaltbarkeit, dynamische und thermische Kurzschlussfestigkeit sowie Wanderwellenschutz sind hiebei eingehend behandelt. Die Wirkungsweise in den kritischen Arbeitsgebieten, bei hohen Strömen sowie geringen Strömen und grosser Netzphasenverschiebung, die Summenschaltung von Wandlern und endlich die Eisenuntersuchungen und Messungen der Wandler sind in den beiden folgenden Kapiteln ausgeführt.

Der zweite, den Spannungswandler behandelnde Hauptteil des Buches gibt in Anlehnung an die aus dem Transformatorenbau bekannten Beziehungen die diagrammatische Darstellung sowie die Gleichungen zur Bestimmung von Fehlwinkel und Uebersetzungsfehler. Der Dreiphasenwandler mit magnetischem Rückschluss, dessen Anwendungsgebiet durch den Ausbau des Distanzschutzes sehr gewonnen hat, wird in einem speziellen kürzeren Abschnitt beschrieben. Die Rückwirkung von Fehlwinkel und Uebersetzungsfehler auf die Messungen und die Untersuchungsmethoden sind wie beim Stromwandler auch hier behandelt. Da die Konstruktion prinzipiell von den Formen der Leistungstransformatoren nicht abweicht, wird auf eingehende konstruktive Angaben begründeterweise verzichtet.

Ein Literaturverzeichnis weist Arbeiten über das Messwandlergebiet nach. Ergänzend dürfte die von Dr. Wirz im Bull. S. E. V. 1927, S. 257 u. 355 entwickelte Theorie der Kaskadenwandler, die Goldstein nicht anführt, Erwähnung finden.

Leider hat in vorliegender Arbeit der Spannungswandler gegenüber dem Stromwandler etwelche Vernachlässigung erfahren. Die zur Berechnung gegebenen Diagramme und Gleichungen sind wohl streng richtig, wenn es sich um Ausführungen bis etwa 40 kV handelt und die magnetische Induktion im Eisen relativ gering gehalten ist. Bei der heute üblichen Sättigung von ca. 11 000 Linien wird der Magnetisierungsstrom bei sinusförmiger Klemmenspannung bereits Oberwellen zeigen. Da nun die bekannten Messmethoden richtigerweise frequenzempfindliche Vibrationsgalvanometer als Nullinstrumente verwenden, darf man in der Berechnung nur die Grundwelle des Magnetisierungsstroms einführen.

Bei Nennspannungen über 50 kV ist ausserdem der Einfluss der Kapazität zwischen Hochspannungswicklung und Eisen durchaus nicht zu vernachlässigen; beim Dreiphasenwandler mit magnetischem Rückschluss überlagert sich hiebei noch eine, wenn auch geringe, doch messbare gegenseitige kapazitive Beeinflussung der Hochspannungssäulen.

Diese Erscheinungen, die der Verfasser der «Messwandler» nicht erwähnt, komplizieren die Vorausberechnung der Hochspannungswandler, da sie zahlenmässig recht schwer zu erfassen sind; zur Messung dient vorteilhaft eine auch bei der Eichstätte des S. E. V. angewandte Kompensationsschaltung mit kapazitiver Spannungsteilung, die es erlaubt, bis zu Spannungen von 150 kV mit grosser Genauigkeit Fehlwinkel und Uebersetzung zu bestimmen, während die bekannten Methoden mit Widerstandsteiler nur bis ca. 50 kV einwandfreie Messungen gestatten.

Das vorliegende Buch wird indes nicht nur dem Konstrukteur und Prüfingenieur ein zuverlässiger Berater sein, sondern es verdient wegen seiner klaren und verständlichen Ausdrucksweise auch die volle Aufmerksamkeit der Betriebsingenieure von Elektrizitätswerken. *P. Müller.*

Die Tätigkeit der öffentlichen Gemeinwesen der Schweiz auf wirtschaftlichem Gebiet. Von Dr. *O. Hulftegger*, Zürich. 137 Seiten, Format 20 × 27 cm. Zürich 1929. Zu beziehen vom Schweizerischen Landesausschuss der Internationalen Handelskammer in Zürich, Börsenstrasse 17. Preis brosch. Fr. 5.—.

Im Auftrage des Schweizerischen Landesausschusses der Internationalen Handelskammer hat Dr. O. Hulftegger diese Abhandlung über die Betätigung der öffentlichen Gemeinwesen in der Schweiz geschrieben. Behandelt wird die Tätigkeit des Bundes (Eisenbahn, Getreideverwaltung, Alkoholmonopol, Versicherungswesen, landwirtschaftliche und militärische Regiebetriebe, Post, Telegraph, Telephon, Nationalbank, Beteiligungen), der Kantone und der Gemeinden. Das Kapitel «Elektrizitätswirtschaft», das unsere Leser besonders interessieren dürfte, enthält eine Besprechung der Bundesgesetzgebung, der Stellung des Bundes und der Kantone in der Elektrizitätswirtschaft, des Ausbaues der schweizerischen Wasserkräfte, der schweizerischen Kraftwerke, der wirtschaftlichen Lage der schweizerischen Kraftwerke, sowie eine Zusammenfassung. In einem Schlusswort stellt der Autor allgemeine Betrachtungen an und weist darauf hin, dass sich das Bestreben nach Verstaatlichung und Kommunalisierung auch in der Schweiz deutlich bemerkbar mache. Die Gemeinden werden wahrscheinlich in der Zukunft ein wichtiges Kampffeld für weitere Sozialisierungsversuche sein.

Eingegangene Werke (Besprechung vorbehalten).

Zur Methodik der Sensibilitätsprüfung auf Wärme, von Max Spreng und Emil Wirz. 15 S., 17 × 24 cm, 12 Fig. Sonderdruck des Schweizer Archiv für Neurologie und Psychiatrie. Art. Institut Orell Füssli, Zürich 1928.

Grossleistungsübertragung in Südamerika. Von Ernst Schönholzer, Zürich. 22 S., A 4, 17 Fig. Sonderdruck aus der «Schweizerischen Techniker-Zeitung». Verlag Art. Institut Orell Füssli, Zürich 1928.

Agenda d'Electricité. Par P. Dunet et A. Ceytre. 235 pages de texte, 10 × 15,5 cm, avec 86 Fig. Chez J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris, 19, rue Heutefeuille. Prix broché 12 francs franç.

Fachberichte der XXXIII. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Berlin 1928. 129 S., A 4. Zahlreiche Figuren. Herausgegeben vom Verband Deutscher Elektrotechniker e. V., Berlin W 57, Potsdamerstrasse 68.

Englische Elektrizitätswirtschaft. Von Günther Brandt. 112 S., 16 × 23,5 cm. Verlag Jul. Springer, Berlin 1928. Preis brosch. RM. 6.—.

Vereinsnachrichten.

Die an dieser Stelle erscheinenden Artikel sind, soweit sie nicht anderweitig gezeichnet sind, *offizielle Mitteilungen des Generalsekretariates des S. E. V. und V. S. E.*

Jahresbericht und Rechnungsablage der Technischen Prüfanstalten des S. E. V.

für das Jahr 1928.

Allgemeines.

Die der Verwaltungskommission gemäss Statuten zur Beschlussfassung zustehenden Geschäfte der Technischen Prüfanstalten wurden in zwei Sitzungen behandelt. Zur Besprechung und Durchberatung der allgemeinen Angelegenheiten der Technischen Prüfanstalten fanden ausserdem drei Sitzungen des Verwaltungsausschusses mit Zuzug der Delegierten und Oberingenieure der Technischen Prüfanstalten und sieben Konferenzen der Delegierten statt.

Starkstrominspektorat.

Die Anzahl der *Abonnenten* der Technischen Prüfanstalten hat im Berichtsjahre, wie aus der Tabelle 1 auf Seite 209 ersichtlich ist, eine Vermehrung von 1021 auf 1027 erfahren. Mit Elektrizitätswerken wurden im verflossenen Jahre 12 neue Abonnementsverträge abgeschlossen, denen 8 Vertragsauflösungen gegenüberstehen; die Einzelanlagen weisen 10 Vertragsabschlüsse und 8 Vertragsauflösungen auf. Die Summe der Abonnementsbeträge hat bei den Elektrizitätswerken mit Fr. 132 229.60 gegenüber dem Vorjahre eine Vermehrung von Fr. 622.— erfahren, während diese Beträge bei den Einzelanlagen mit Fr. 76 796.20, trotz der Zunahme der Abonnentenzahl, sich um Fr. 1039.80 vermindert haben. Mit der Société romande de l'électricité, Territet, wurde eine spezielle Vereinbarung auf vorläufig 6 Jahre für die Ausübung der Kontrolle ihrer im Kanton Wallis gelegenen Hausinstallationen abgeschlossen und die Kontrolle im letzten Quartal des vergangenen Jahres erstmals durchgeführt.

Die Tätigkeit des Starkstrominspektorates als *Vereinsinspektorat* ist der Tabelle 2 auf Seite 210 zu entnehmen. Die Anzahl der vorgenommenen Vereinsinspektionen bei den Elektrizitätswerken betrug 498 (Vorjahr 438) und bei den Einzelanlagen 512 (485), insgesamt also 1010 (923). Es ist uns gelungen, die im Vorjahre wegen Personalmangel zurückgestellten Inspektionen nachzuholen. Wir dürfen auch dieses Jahr erwähnen, dass die Anlagen bei den Inspektionen mit verhältnismässig wenig Ausnahmen in gutem Zustande vorgefunden wurden. Der Umstand, dass auf 1. Januar 1928 die neuen Hausinstallationsvorschriften des S. E. V. in Kraft traten, veranlasste uns, auch bei den Elektrizitätswerken in vermehrtem Masse Hausinstallationen zu kontrollieren und bei dieser Gelegenheit auf die wichtigsten Neuerungen aufmerksam zu machen. Ausserdem veranstaltete das Starkstrominspektorat mit den Installationschefs einer grössern Anzahl von Elektrizitätswerken Besprechungen über die neuen Hausinstallationsvorschriften und deren Anwendung. Wir werden den Hausinstallationen noch einige Zeit besondere Aufmerksamkeit schenken müssen, bis sich die neuen Vorschriftenbestimmungen vollständig eingelebt haben werden. Was speziell die auf die Hausinstallationsvorschriften aufgebauten Normalien des S. E. V. anbetrifft, so konnten wir bei Anlass der Inspektionen bereits einen günstigen Einfluss auf die Güte der neuerstellten Anlagen konstatieren, und wir versprechen uns mit der fortschreitenden Normalisierung der Installationsmaterialien eine immer weiter zunehmende Sicherheit und Zuverlässigkeit der Hausinstallationen.

Dem Starkstrominspektorat als *eidg. Kontrollstelle* gemäss Art. 21 des Bundesgesetzes für elektrische Anlagen sind, wie aus der Tabelle 3 auf Seite 210 hervorgeht, total 2152 (Vorjahr 1943) Vorlagen eingereicht worden. Hievon entfallen 1492 (1389)

auf Leitungen und 660 (554) auf Maschinen-, Transformatoren und Schaltanlagen. Die Zahl der behandelten Projekte war demnach sowohl für Leitungen wie für Maschinenanlagen wesentlich grösser als im Vorjahre. Von den Leitungsvorlagen betrafen 580 (447) Vorlagen Hochspannungsleitungen mit normalem Holzgestänge sowie Hochspannungskabel und 30 (20) solche mit Tragwerken spezieller Konstruktion; die übrigen 882 (922) Vorlagen oder Anzeigen bezogen sich auf Niederspannungsleitungen oder Niederspannungsnetze. Von den Vorlagen für Maschinen- und Schaltanlagen hatten 11 (12) Bezug auf neue Kraftwerke sowie Erweiterungen oder Umbau von solchen, 55 (39) auf Hochspannungsschaltanlagen, 12 (10) auf Hochspannungsmotoren und Umformeraggregate, 531 (452) auf Transformatorenstationen und 51 (41) auf anderweitige vorlagepflichtige Maschinenanlagen, wie Gleichrichteranlagen, Luft- und Abgase-Entstaubungsanlagen, Verteilstationen etc. Für die Beurteilung der örtlichen Verhältnisse vorgängig der Genehmigung von Vorlagen waren insgesamt 147 (158) Augenscheine notwendig. Inspektionen bei fertigen Anlagen in Ausübung der Kontrolltätigkeit als eidg. Amtsstelle wurden 943 (1101) ausgeführt, wovon 205 (299) unabhängig von Planvorlagen. Dazu kommen 112 (77) Unfallaugenscheine und 12 (4) Inspektionen von Messeinrichtungen für die Kontrolle der Ausfuhr elektrischer Energie ins Ausland.

An den der amtlichen Kontrolle des Starkstrominspektorates unterstellten Anlagen ereigneten sich 99 (Vorjahr 76) durch den elektrischen Strom verursachte *Unfälle*. Von diesen wurden im ganzen 103 (80) Personen betroffen, wovon 30 (29) tötlich. Von den tötlichen Unfällen sind 20 (16) auf Berührung von Niederspannungsanlageteilen und 10 (13) auf Berührung von Hochspannungsanlagen zurückzuführen. Auf das Betriebspersonal der Elektrizitätswerke entfallen 3 (8) Todesfälle und 14 (10) Verletzungen, auf das Monteurpersonal der Werke und Installationsunternehmungen 10 (7) Todesfälle und 31 (19) Verletzungen. Drittpersonen verunglückten 17 (14) tötlich und 28 (22) erlitten Verletzungen. Beim Betriebspersonal traten alle tötlichen Unfälle an Hochspannungsanlagen auf, beim Monteurpersonal entfallen 7 tötliche Unfälle auf Hochspannungsanlagen und 3 auf Niederspannungsanlagen, und bei den Drittpersonen ereigneten sich alle 17 tötlichen Unfälle an Niederspannungsanlagen. Alle zur Anzeige gelangten Unfälle wurden vom Starkstrominspektorat auf ihre Ursachen hin untersucht. Ein ausführlicher Bericht über diese Unfälle wird im Bulletin des S. E. V. (No. 7 des laufenden Jahres) erscheinen.

Der S. E. V. hat im Berichtsjahre die Entwürfe für die neuen *bundesrätlichen Vorschriften über Starkstromanlagen* fertiggestellt und dem Eisenbahndepartement übermittelt, welches sie vor dem Erlass durch den Bundesrat noch der Eidg. Kommission für elektrische Anlagen unterbreiten wird. Es kann nunmehr mit dem Inkrafttreten dieser Vorschriften im kommenden Jahre gerechnet werden.

Im Berichtsjahr wurde wiederum eine *Statistik* der grössern Elektrizitätswerke mit Stand auf Ende 1927 bearbeitet und dem Drucke übergeben. Sie umfasst alle Elektrizitätswerke der Schweiz mit mehr als 500 kW verfügbarer Totalleistung oder einer eigenen Erzeugungsanlage von mehr als 300 kW Leistung.

Beim Personal des Starkstrominspektorates ist Herr Inspektor Weber ausgetreten und durch Herrn Bannwart ersetzt worden. Ferner wurde der bisherige technische Sekretär, Herr Rutishauser, zum Inspektor ernannt. An seiner Stelle wurde Herr Hofer als technischer Sekretär engagiert.

Materialprüfanstalt.

Wie die in der Statistik No. 4, Seite 211 über eingegangene Prüfaufträge und Prüfobjekte enthaltenen Zahlen erkennen lassen, hat der Umfang der Prüfungen im Berichtsjahr wiederum erheblich zugenommen; die Zahl der eingegangenen Aufträge ist gegenüber dem Vorjahr um ca. 20 %, diejenige der Prüfobjekte auf ein Mehrfaches angewachsen. An dem Zuwachs partizipieren: Dynamoblech, isolierte

Leiter, elektrisches Widerstandsmaterial, dann in erheblichem Masse Freileitungsisolatoren, Isolierplatten, Schmelzsicherungen, Schalter und Kleintransformatoren. Auch Warmwasserspeicher, Kochapparate und Bügeleisen sind zahlreich zur Prüfung eingegangen. In bedeutender Anzahl wurden auch im Berichtsjahr wieder Kleinmotoren, sowie elektrische Haushaltungsgeräte unserm Institut zur Untersuchung zugestellt. Unter den letzteren sind vorwiegend Staubsauger, elektrische Waschmaschinen, Blochapparate und dergleichen mehr vertreten. In das Berichtsjahr fällt ferner die Aufnahme systematischer Untersuchungen an Haushaltungskühlschränken, über deren Resultate im S. E. V.-Bulletin zusammenfassend berichtet werden soll.

Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass sich bei den Elektrizitätswerken mehr und mehr einbürgert, dass sie die Anschlussbewilligung für neuartige Apparate nur dann gewähren, wenn die betreffenden Fabrikanten einen günstig lautenden Prüfbericht der Materialprüfanstalt vorzulegen in der Lage sind. Auf diese Weise wird nach und nach das erstrebenswerte Ziel erreicht, dass dem Publikum besser ausgebildete elektrische Apparate verkauft werden. Bei den besondern Objekten für die Landwirtschaft dominieren die elektrisch geheizten Futterkessel, neben Spezialmotoren, Most-Sterilisierapparaten u. a. m. Diese Prüfungen, sowie Messungen im Betrieb, zwecks Ermittlung des Energieverbrauches von Heuaufzügen und Jaucherührwerken und dergleichen, wurden in Zusammenarbeit mit der „Schweizerischen Stiftung Trieur für Prüfung land-, milch- und forstwirtschaftlicher Maschinen und Geräte", welche mehr die praktische Anwendung der Apparate und deren wirtschaftliche Eigenschaften untersuchten, durchgeführt.

In den Aufgabenkreis der Materialprüfanstalt wurde neu aufgenommen die Messung dielektrischer Verluste an Hochspannungskabeln, Generatorspulen und Durchführungsklemmen. Die zu diesem Zwecke angeschaffte ambulante Verlustmessbrücke nach Schering diente in zwei Fällen und zwar bei 15 und bei 50 kV Betriebsspannung zu Verlustmessungen an verlegten Kabeln. Nach der heutigen Erkenntnis spielt der Verlustwinkel für die Beurteilung der Kabeleigenschaften eine wichtige Rolle, und es ist für den Betrieb namentlich wissenswert, wie sich diese Grösse im Laufe der Zeit bei verschiedenen Kabelkonstruktionen verändert. Da in den nächsten Jahren in der Schweiz, namentlich im Gebiete von Städten, die Hochspannungskabel an Bedeutung gewinnen werden, ist es nützlich, dass die Materialprüfanstalt als neutrale Prüfstelle rechtzeitig die erforderliche Apparatur angeschafft hat. Ueber derartige Kabelmessungen soll ebenfalls im S. E. V.-Bulletin näher berichtet werden. Im Falle des im vergangenen Herbst durch den Zürichsee verlegten Hochspannungskabels der Elektrizitätswerke das Kantons Zürich hat die Materialprüfanstalt unmittelbar nach der Verlegung ausserdem die Spannungsprüfung mit hochgespanntem Gleichstrom durchgeführt.

In bezug auf die bereits in Kraft gesetzten Normalien für Kleintransformatoren und isolierte Leiter ist zu erwähnen, dass in das Berichtsjahr der Abschluss einer Reihe neuer Verträge betreffend die Führung des Qualitätszeichens fällt. Nach den in der Folge durchgeführten Annahmeprüfungen konnte 10 schweizerischen und 5 ausländischen Firmen das Recht zur Führung des S. E. V.-Qualitätszeichens zugesprochen werden. Im abgelaufenen Jahr wurden bei den in Frage kommenden Firmen auch die in den Normalien vorgesehenen periodischen Nachprüfungen vorgenommen. Diese Entwicklung beweist, dass sich die Normalien des S. E. V. und das Qualitätszeichen in der Praxis gut eingeführt haben, und es kann deshalb erwartet werden, dass auch die Ende des Berichtsjahres fertiggestellten Normalien für Schalter und Steckkontakte eine gute Aufnahme finden. Die Aufstellung dieser Prüfvorschriften hat umfangreiche Studien nnd Untersuchungen erfordert, welche die Materialprüfanstalt das ganze Jahr hindurch intensiv in Anspruch nahmen. Wir sind überzeugt, dass insbesondere die Schalter- und Steckernormalien sich sowohl für die Elektrizitätswerke, wie für ihre Abonnenten günstig auswirken werden, indem die vielen Störungen, Personengefährdungen und Aergernisse wegen defek-

ten und mangelhaft funktionierenden Schaltern und Steckkontakten abnehmen werden. Wir erwarten deshalb, dass die Elektrizitätswerke rechtzeitig und mit Nachdruck dahin wirken, dass vom festgelegten Datum ab (1. Januar 1931) in Neuanlagen nurmehr Schalter und Stecker mit Qualitätszeichen Verwendung finden.

Im Zusammenhang mit der Ausarbeitung der erwähnten Normalien mussten die Laboratoriumseinrichtungen durch eine Anzahl neuer Prüfapparate, welche in der eigenen Werkstätte angefertigt wurden, ergänzt werden. In das Berichtsjahr fällt sodann die Anschaffung der schon genannten Schering-Messbrücke mit Pressgaskondensator, sowie diejenige einiger normaler Laboratoriums-Messinstrumente. Die Anpassung unserer Versuchseinrichtungen an die von der Praxis an unser Laboratorium gestellten Anforderungen erheischt noch erhebliche, zum Teil kostspielige Anschaffungen, die auf die kommenden Jahre zu verteilen sind. Wir erwähnen hier vor allem die Ergänzung unseres Hochspannungslaboratoriums zwecks Ermöglichung der gleichzeitigen elektrischen und mechanischen Prüfung von Freileitungsisolatoren, sowie eine Versuchseinrichtung zur Durchführung von Untersuchungen mit Hochfrequenz oder mit Stosspannungen.

Die Werkstätte der Materialprüfanstalt war das ganze Jahr hindurch stark beschäftigt. Neben den laufenden Instandhaltungsarbeiten für die Prüfeinrichtungen und die schon erwähnte Ergänzung der Laboratoriumsapparate wurden auch wichtige Zubehörteile für den im Laufe des Sommers zu Gewitteraufnahmen benützten Kathodenstrahl-Oszillographen angefertigt. Zur Steigerung der Leistungsfähigkeit der Werkstätte ist ihre maschinelle Ausrüstung im Laufe des Berichtsjahres in zweckentsprechender Weise ergänzt worden.

Im Personalbestand ist insofern eine Aenderung eingetreten, als ein Laborant und ein weiterer junger Laboratoriumsgehilfe eingestellt wurden, eine Massnahme, die zum prompten Erledigen der Prüfarbeiten unumgänglich war.

Eichstätte.

Das Institut war während des ganzen Geschäftsjahres gut beschäftigt. Aus der Tabelle No. 5, Seite 212 ist ersichtlich, dass sowohl die Zahl der Prüfaufträge, wie auch diejenige der insgesamt eingegangenen Apparate im Vergleich zum Vorjahr abermals angewachsen ist. Die Annahme, dass mit Ablauf des Termins für die erstmalige amtliche Prüfung sämtlicher Elektrizitätszähler (31. Dezember 1927) die Arbeitszuweisung zurückgehen werde, hat sich demnach nicht bestätigt. Es ist festzustellen, dass die Zunahme auf die Einphasen- und Drehstromzähler entfällt, während bei den elektrolytischen und Motor-Gleichstromzählern ein Rückgang zu konstatieren ist; dies ist wohl eine natürliche Folge der immer weiter vor sich gehenden Umstellung der Verteilnetze auf Wechsel- bzw. Drehstrom. Wiederum musste ein erheblicher Teil der aus dem Betrieb kommenden Zähler vor der amtlichen Prüfung revidiert und repariert werden, was eine grössere Arbeitsleistung unseres Institutes und insbesondere seiner Zählerreparaturwerkstätte zur Folge hatte.

Die Instrumente-Reparaturwerkstätte war das ganze Jahr hindurch gut beschäftigt und sie dürfte unsern Auftraggebern besonders durch ihre kurzen Lieferfristen wertvolle Dienste geleistet haben. Bei den Messwandlern ist wider Erwarten ein Rückgang um fast 100 Apparate festzustellen. Diese Abnahme dürfte indessen keine dauernde sein.

In bezug auf die Messwandlerprüfung sei besonders auf die eingehende Untersuchung von sogenannten Durchführungs- oder Klemmenstromwandlern im Auftrage von Konstruktionsfirmen und Elektrizitätswerken hingewiesen. Eine wertvolle Erweiterung erfuhr unsere Laboratoriumseinrichtung durch die im Bericht der Materialprüfanstalt schon erwähnte Schering-Messbrücke und den Pressgaskondensator, welche Messapparatur nun gestattet, eine einwandfreie Prüfung, d. h. die Ermittlung von Uebersetzungsfehler und Fehlwinkel von Spannungswandlern bis zu 150 kV Nennspannung durchzuführen. Mit der Ermöglichung dieser Messungen sind wir einem Bedürfnis einiger Grosskraftwerke, die ihre Energie in Höchstspannung

messen und weiterleiten, rechtzeitig entgegenkommen. Mit Rücksicht auf die grossen Dimensionen und Gewichte solcher Messwandler ist die erwähnte Prüfeinrichtung transportabel ausgebildet worden, so dass es möglich ist, die Versuche entweder beim Fabrikanten oder aber am Aufstellungsort der Messtransformatoren vorzunehmen.

Eine erfreuliche Zunahme ist bei den auswärtigen Messungen festzustellen, und zwar fällt der Zuwachs sowohl auf die am Installationsort geprüften Messapparaturen bei Grossabonnenten der Elektrizitätswerke, als namentlich auch auf elektrische Maschinen und Transformatoren, an welchen wir als neutrale Prüfstelle die Abnahmeversuche besorgten. Wie in früheren Jahren liess eine Reihe der bedeutendsten schweizerischen Elektrizitätswerke die Abnahmeversuche an Generatoren, Transformatoren und Induktionsreglern grösserer Leistungen durch unser Institut vornehmen, das durch erfahrenes und gut geschultes Personal, sowie durch ein sorgfältig unterhaltenes, vor und nach jeder Messung nachgeeichtes Instrumentarium Gewähr für einwandfreie Durchführung der Messungen bietet. In mehreren Fällen ist die Vereinseichstätte auch von ausländischen Bestellern bei schweizerischen Konstruktionsfirmen mit der Ausführung der in den Lieferungsverträgen näher umschriebenen Abnahmeproben betraut worden. Der Hauptteil solcher Messungen fand in den Prüffeldern der liefernden Firmen statt, während ein kleinerer Teil am definitiven Aufstellungsort der Maschinen zur Durchführung gelangte. Bei den geprüften Generatoren handelte es sich fast ausnahmslos um die möglichst genaue Ermittlung der Verluste zur Errechnung des Wirkungsgrades, der dann bei den nachfolgenden Belastungsversuchen zur Berechnung der effektiven Turbinen-Leistungen herangezogen wurde. Auch im Berichtsjahr mussten in einigen Fällen wieder oscillographische Aufnahmen vorgenommen werden. Andere Messungen bezweckten die Abklärung von Fragen im Zusammenhang mit der Verbesserung des Leistungsfaktors beim Strombezug von Grossabonnenten. Den Auftraggebern wurden jeweilen ausführliche Prüfberichte ausgestellt, welche die sie interessierenden und zur Beurteilung der betreffenden Maschinen erforderlichen Daten übersichtlich zusammengestellt enthielten.

Das Instrumentarium der Eichstätte ist im Laufe des Berichtsjahres durch einen Messwiderstand von 1 Million Ohm zur Prüfung von Ohmmetern, sowie ein Registriervoltmeter ergänzt worden. Die Instrumente-Reparaturwerkstätte wurde zur Steigerung ihrer Leistungsfähigkeit zweckmässiger ausgebaut. Um den im Aktionsradius eines Automobils gelegenen Gemeinde-Elektrizitätswerken die Unbequemlichkeiten der Verpackung und den Bahntransport ihrer Zähler zu ersparen und sie zu dauernden Auftraggebern unseres Institutes zu gewinnen, wurde in der zweiten Hälfte des Berichtsjahres ein kleiner Lastwagen angeschafft, der neben diesen Zähler-Sammelfahrten auch die bisher in Auftrag gegebene Bahncamionnage zu besorgen hat. Durch diesen Wagen sind auch noch eine Reihe indirekter Vorteile für unsern Geschäftsbetrieb erzielt worden.

Die oben erwähnten umfangreichen Zählerrevisionen veranlassten uns, das Personal durch einen weiteren Zählermechaniker und einen Mechanikergehilfen zu ergänzen.

Rechnungsergebnisse.

Die *Betriebsrechnung* der Technischen Prüfanstalten schliesst bei Fr. 627 975.02 Einnahmen und Fr. 625 893.59 Ausgaben, ohne Vortrag des Saldos aus dem Vorjahre, mit einem Ueberschuss der Einnahmen von Fr. 2081.43.

Die *Bilanz* der Technischen Prüfanstalten weist einen Aktivsaldo von Fr. 4528.26 auf, der auf neue Rechnung vorgetragen wird.

Der *Fürsorgefonds* für das Personal der Technischen Prüfanstalten des S. E. V. wurde im Berichtsjahre nicht in Anspruch genommen. Sein Vermögen beträgt nach Einverleibung des Zinserträgnisses auf Ende 1928 Fr. 79 722.–.

Zürich, den 22. März 1929.

Die Verwaltungskommission.

1. Entwicklung des Starkstrominspektorates als Vereinsinspektorat — Développement de l'Inspectorat des installations à fort courant comme organe de l'Association.

	31. Dez. 1924 31 déc. 1924	31. Dez. 1925 31 déc. 1925	31. Dez. 1926 31 déc. 1926	31. Dez. 1927 31 déc. 1927	31. Dez. 1928 31 déc. 1928
Totalzahl der Abonnenten — Nombre total d'abonnés . .	1027	1040	1033	1021	1027
Totalbetrag der Abonnemente — Montant total des abonnements . . . . . Fr.	197 371.20	198 646.40	197 572.40	209 443.60	209 025.80
Zahl der abonnierten **Elektrizitätswerke** — Nombre de **stations centrales** abonnées	510	512	508	502	506
Beitragspflichtiger Wert ihrer Anlagen — Valeur de leurs installations, servant de base au payement de l'abonnement Fr.	295 953 320.–	295 479 900.–	295 184 000.–	300 979 000.–	301 145 283.–
Summe ihrer Abonnementsbeträge — Montant de leurs abonnements . Fr.	133 290.—	132 538.40	131 608.40	131 607.60	132 229.60
Durchschnittl. Betrag per Abonnement — Moyenne du montant d'abonnem. Fr.	261.35	258.86	259.07	262.17	261.32
Summe der Abonnementsbeträge in ‰ des Wertes der Anlagen — Montant d'abonnement en ‰ de la valeur des installations	0,450	0,448	0,445	0,437	0,439
Zahl der abonnierten **Einzelanlagen** — Nombre **d'installations isolées** abonnées	517	528	525	519	521
Summe ihrer Abonnementsbeträge — Montant de leurs abonnements . Fr.	64 081.20	66 108.—	65 964.—	77 836.—	76 796.20
Durchschnittl. Betrag per Abonnement — Moyenne du montant d'abonnem. Fr.	123.95	125.20	125.65	149.97	147.40

2. Tätigkeit des Starkstrominspektorates als Vereinsinspektorat — Activité de l'Inspectorat des installations à fort courant comme organe de l'Association.

	1924	1925	1926	1927	1928
Anzahl der Inspektionen bei Elektrizitätswerken — Nombre d'inspections exécutées auprès de stations centrales	501	498	496	438	498
Anzahl der Inspektionen bei Einzelanlagen — Nombre d'inspections exécutées auprès d'installations isolées	536	542	549	485	512
Anzahl der Inspektionen, Total — Nombre total d'inspections	1037	1040	1045	923	1010

3. Tätigkeit des Starkstrominspektorates als eidgenössische Kontrollstelle — Activité de l'Inspectorat des installations à fort courant comme instance fédérale de contrôle.

	1924	1925	1926	1927	1928
Anzahl der erledigten Vorlagen u. Anzeigen — Nombre de demandes d'approbation de plans et d'avis de projets classés	2049	2007	2077	1894	2082
Anzahl der am Ende des Jahres in Behandlung befindl. Vorlagen und Anzeigen — Nombre de demandes d'approbation de plans et d'avis de projets à la fin de l'année écoulée	77	79	98	49	70
Anzahl der eingereichten Expropriationsbegehren — Nombre de demandes d'expropriation déposées	8	7	4	2	9
Anzahl der zurzeit anhängig. Expropriationsbegehren Nombre de demandes d'éxpropriation à l'examen	1	2	2	1	2
Anzahl der unabhängig von Expropriationsbegehren vorgenommenen Inspektionen fertiger Anlagen — Nombre d'inspections exécutées, non compris celles pour demandes d'expropriation	1360	1262	1283	1101	943
Anzahl der abgegebenen Berichte — Nombre de rapports déposés	978	780	865	815	738

4. Statistik der bei der Materialprüfanstalt eingegangenen Aufträge.
Statistique des ordres remis à la Station d'essai des matériaux.

Prüfgegenstände — Objets	Anzahl Aufträge Nombre des ordres		Anzahl Muster Nombre des échantillons	
	1927	1928	1927	1928
Allgemeine Objekte — Objets d'ordre général:				
I. *Magnetisches Material* (Dynamoblech) — *Matières magnétiques* (Tôle pour dynamos)	8	20	9	24
II. *Blankes Leitungsmaterial — Conducteurs nus*				
Kupferdrähte — Fils de cuivre	8	2	19	6
Aluminium- und anderes Leitungsmaterial — Conducteurs en aluminium et autres matières	11	4	57	20
Leitungsmuffen und Schienenverbinder — Manchons de jonction et joints de rails	4	5	11	50
III. *Isoliertes Leitungsmaterial — Conducteurs isolés*				
Gummischlauchdraht — Isolation à gaine de caoutchouc	16	49	51	230
Isolation von den Normen abweichend — Isolation s'écartant des normes	7	2	14	3
Bleikabel — Câbles sous plomb	4	8	7	58
IV. *Widerstandsmaterial — Matières pour résistances*	3	8	12	37
V. *Isoliermaterialien — Matériel isolant*				
Freileitungsisolatoren — Isolateurs pour lignes aériennes	27	45	217	410
Isolatoren für Innenräume — Isolateurs pour installat. intérieures	4	3	14	25
Bahnmaterial — Matériel pour chemins de fer électriques	5	3	12	13
Platten — Plaques	7	25	90	182
Röhren — Tubes	1	—	2	—
Bandformen — Bandes	1	—	2	—
Fassonstücke — Pièces façonnées	9	5	32	35
Oele — Huiles	65	47	154	158
Lacke — Vernis	2	7	2	12
Isoliermassen — Matières isolantes	3	3	5	6
VI. *Schmelzsicherungen — Coupe-circuits à fusibles*	22	36	638	3324
VII. *Schalter und dergleichen — Interrupteurs, commutateurs, etc.*				
Dosenschalter — Interrupteurs à douilles	25	26	111	124
Hebelschalter — Interrupteurs à levier	1	10	3	16
Stecker, Steckdosen und Abzweigdosen — Fiches, boîtes de prise de courant et de branchement	10	23	112	99
Fassungen und Zubehör — Porte-lampes et accessoires	—	—	—	—
Automatische Schalter — Interrupteurs automatiques	6	9	40	37
Oelschalter — Interrupteurs à huile	—	1	—	1
VIII. *Blitzschutzvorrichtungen — Appareils de protection contre la foudre*	1	—	1	—
Uebertrag — Report	250	341	1615	4870

4. Statistik der bei der Materialprüfanstalt eingegangenen Aufträge. Statistique des ordres remis à la Station d'essai des matériaux. (Fortsetzung)

Prüfgegenstände — Objets	Anzahl Aufträge Nombre des ordres 1927	1928	Anzahl Muster Nombre des échantillons 1927	1928
Uebertrag — Report . . .	250	341	1615	4870
IX. *Elektrische Wärmeapparate — Appareils de chauffage électrique*				
Heizapparate — Appareils de chauffage	20	17	30	27
Warmwasserspeicher und Warmwasser-Durchlaufhahnen — Accumulateurs à eau chaude et robinets à eau chaude . .	18	19	23	22
Kochapparate — Appareils pour la cuisson	9	8	13	10
Bügeleisen — Fers à repasser	10	14	16	24
Heizwiderstände — Résistances de chauffage	1	—	2	—
X. *Akkumulatoren u. Primärelememente — Accumulateurs et piles*	17	10	121	109
XI. *Kondensatoren — Condensateurs*	1	2	1	3
XII. *Drosselspulen — Bobines de self*	2	4	3	16
XIII. *Transformatoren — Transformateurs*	2	11	3	24
XIV. *Gleichrichter — Redresseurs*	4	3	4	5
XV. *Motoren — Moteurs*	48	47	58	60
XVI. *Material für Radiotechnik — Matériel radiotéléphonique* . .	5	1	16	1
XVII. *Diverses — Divers*	28	20	34	28
XVIII. *Neuanfertigungen — Fabrication de nouveaux objets et appareils*	2	3	17	11
Total . .	417	500	1956	5210

5. Statistik der bei der Eichstätte eingegangenen Aufträge. Statistique des ordres remis à la Station d'Etalonnage.

Prüfgegenstände — Objets	Anzahl — Nombre des: Aufträge ordres 1927	1928	Apparate — Appareils: geprüft essayés 1927	1928	davon repariert, revidiert od. umgeändert dont réparés, révisés ou transformés 1927	1928
I. *Induktionszähler — Compteurs à induction*						
Einphasen — pour courant monophasé . .	276	329	6827	7800	2374	3636
Mehrphasen — pour courant polyphasé . .	252	303	2081	2125	380	569
II. *Motorzähler (Gleichstrom) — Compteurs moteurs (courant cont.)*	47	31	269	175	175	146
III. *Pendelzähler — Compteurs à balancier* . .	1	5	1	6	1	6
IV. *Elektrolytische Zähler — Compteurs electrolytiques*	13	4	153	57	153	57
V. *Zeitapparate — Appareils horaires*						
Zeitzähler — Compteurs horaires	—	1	—	7	—	7
Umschaltuhren — Interrupteurs horaires . .	—	2	—	—	—	33
VI. *Wattmeter — Wattmètres*						
Direktzeigende — A lecture directe . . .	47	67	86	136	41	109
Registrierende — Enregistreurs	63	79	87	94	52	58
Uebertrag — Report . .	699	821	9504	10400	3176	4621

5. Statistik der bei der Eichstätte eingegangenen Aufträge. Statistique des ordres remis à la Station d'Etalonnage.

(Fortsetzung)

Prüfgegenstände — Objets	Anzahl — Nombre des: Aufträge ordres 1927	Aufträge ordres 1928	Apparate — Appareils: geprüft essayés 1927	geprüft essayés 1928	davon repariert, revidiert od. umgeändert / dont réparés, révisés ou transformés 1927	davon repariert … 1928
Uebertrag — Rapport . . .	699	821	9504	10400	3176	4621
VII. Voltmeter — Voltmètres						
Direktzeigende — A lecture directe	63	65	122	110	61	86
Registrierende — Enregistreurs	10	4	16	10	10	8
VIII. Ampèremeter — Ampèremètres						
Direktzeigende — A lecture directe	54	54	143	118	51	73
Registrierende — Enregistreurs	2	1	4	2	2	—
IX. Phasenmeter — Phasemètres						
Direktzeigende — A lecture directe	2	2	4	4	—	1
Registrierende — Enregistreurs	5	2	9	4	3	3
X. Frequenzmesser — Fréquencemètres						
Direktzeigende — A lecture directe	4	1	5	1	1	1
Registrierende — Enregistreurs	2	—	3	—	2	—
XI. Isolationsprüfer — Appareils pour vérification des isolements	14	15	15	17	12	13
XII. Kombinierte Instrumente — Instruments combinés	24	27	31	31	21	28
XIII. Strom- und Spannungswandler — Transformateurs de courant et de tension	217	223	753	660	—	—
XIV. Widerstände - Résistances	5	9	12	34	7	21
XV. Auswärtige elektrische Messungen — Mesures électriques au dehors du laboratoire . . .	29	38	30*	38*	—	—
XVI. Ausseramtliche Apparateprüfungen an Ort und Stelle — Etalonnage non-officiel sur place	21	27	104*	132*	—	—
XVII. Diverses — Divers	28	38	247	47	238	19
Total	1179	1327	11002	11608	3584	4874

*) Zur Ausführung dieser Messungen wurden insgesamt 170 (1927 108) Arbeitstage benötigt.
L'exécution de ces mesures a nécessité 170 (1927 108) jours de travail.

6. Fürsorgefonds für das Personal der Technischen Prüfanstalten des S. E. V. Fonds de prévoyance du personnel des Institutions de contrôle.

1928			*Soll* Doit Fr.	*Haben* Avoir Fr.
Januar	1.	Bestand — Etat	—	75 302.40
Dez.	31.	Zinserträgnis — Intérêts	—	3 533.50
„	31.	Kursdifferenz auf Wertschriften — Différence du cours des titres	—	950.—
„	31.	Spesen und amtliche Taxen — Frais et taxes officielles	63.90	—
„	31.	Saldovortrag — Solde	79 722.—	—
			79 785.90	79 785.90

7. Betriebsrechnu…

28 — Compte d'exploitation pour l'année 1928.

	Total		Starkstrominspektorat Inspectorat		Materialprüfanstalt Station d'essai des matér.		Eichstätte Station d'étalonnage	
	Budget	Rechnung Compte	Budget	Rechnung Compte	Budget	Rechnung Compte	Budget	Rechnung Compte
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
Einnahmen — Recettes:								
Abonnemente — Montant des abonnements:								
a) Elektrizitätswerke — Stations centrales	133 000.—	131 898.50	100 000.—	98 923.54	3 000.—	3 595.57	30 000.—	29 379.39
b) Einzelanlagen — Installations isolées	75 000.—	76 642.35	75 000.—	76 642.35	—	—	—	—
Prüfgebühren, Reparaturen und Expertisen — Taxes pour l'essai des appareils, réparations et expertises	156 500.—	253 612.65	500.—	685.—	56 000.—	93 957.50	100 000.—	158 970.15
Einkaufsabteilung des V. S. E. — Section d'achat de l'U. C. S.	23 000.—	36 447.57	—	—	23 000.—	36 447.57	—	—
Ausserordentlicher Beitrag des S. E. V. an die Betriebskosten der M. P. — Contribution extraordinaire de l'A. S. E. aux frais d'exploitation de la Station d'essai	10 000.—	10 000.—	—	—	10 000.—	10 000.—	—	—
Vertragliche Leistung des Bundes an das Starkstrominspektorat — Contribution fédérale à l'Inspectorat	90 000.—	90 000.—	90 000.—	90 000.—	—	—	—	—
Bundessubvention an die M. P. — Subvention fédérale à la Station d'essai	10 000.—	10 000.—	—	—	10 000.—	10 000.—	—	—
Diverse Einnahmen — Recettes diverses	7 100.—	19 373.95	500.—	540.30	3 000.—	11 133.30	3 600.—	7 700.35
Total	504 600.—	627 975.02	266 000.—	266 791.19	105 000.—	165 133.94	133 600.—	196 049.89
Ausgaben — Dépenses:								
Entschädigung an das G.-S. — Indémnité payée au Secrétariat général	16 000.—	16 000.—	7 000.—	7 000.—	3 000.—	3 000.—	6 000.—	6 000.—
Gehälter und Löhne — Appointements	315 000.—	325 136.55	173 000.—	163 307.85	64 000.—	66 762.55	78 000.—	95 066.15
Reisespesen — Frais de voyages	41 500.—	42 456.58	40 000.—	41 092.13	1 000.—	977.90	500.—	386.55
Versicherungen, Pensionskasse — Assurances, caisse de pens.	25 700.—	26 034.65	14 000.—	12 151.35	5 000.—	5 816.97	6 700.—	8 066.33
Lokalmiete — Loyer des locaux	52 200.—	51 863.20	13 500.—	13 163.20	20 000.—	20 000.—	18 700.—	18 700.—
Sonstige Lokalunkosten (Beleuchtung, Heizung, Reinigung) — Autres dépenses pour les locaux (éclair., chauff., nettoyage)	9 800.—	8 536.11	3 500.—	2 900.96	3 500.—	3 041.15	2 800.—	2 594.—
Betriebsstrom — Courant électrique pour l'exploitation	4 500.—	6 599.90	—	—	3 000.—	4 233.85	1 500.—	2 366.05
Materialien — Matériaux	8 500.—	12 555.76	—	—	4 000.—	6 188.66	4 500.—	6 367.10
Bureau-Unkosten (Bureaumaterial, Porti, Telephon usw.) — Frais de bureaux (matériel de bureau, ports, téléphone, etc.)	21 000.—	19 615.16	13 500.—	11 908.98	3 000.—	3 243.15	4 500.—	4 463.03
Div. Unkosten (Reparat., Werkzeugersatz, kl. Anschaffung. usw.) — Frais divers (réparations, outils, petits achats, etc.)	5 500.—	10 380.73	—	—	3 000.—	4 024.—	2 500.—	6 356.73
Mobiliar, Werkzeuge und Instrumente[1]) — Mobilier, outillage, instruments[1])	9 500.—	31 983.30	1 500.—	2 749.15	3 500.—	16 643.01	4 500.—	12 591.14
Zinsen — Intérêts	1 400.—	232.65	—	—	1 000.—	232.65	400.—	—
Einlage in den Erneuerungsfonds — Versement au fonds de renouvellement	7 000.—	12 000.—	—	—	4 000.—	6 000.—	3 000.—	6 000.—
Einlage in den Fonds der Technischen Prüfanstalten — Versements au fonds des Institutions de contrôle	—	29 999.—	—	4 999.—	—	—	—	25 000.—
Rückstellung für Mobiliar, Werkzeuge, Instrumente u. Diverses — Réserve pour mobilier, outils, instruments et divers	—	32 500.—	—	6 500.—	—	24 200.—	—	1 800.—
Total	517 600.—	625 893.59	266 000.—	265 772.62	118 000.—	164 363.89	133 600.—	195 757.08

Einnahmen — Recettes	Fr.	627 975.02
Ausgaben — Dépenses	„	625 893.59
Mehrbetrag der Einnahmen — Excédent des recettes	Fr.	2 081.43
+ Saldo vom Vorjahre — + Solde de l'année dernière	„	2 446.83
	Fr.	4 528.26

[1]) Bei M. P. und E. St. nur Abschreibungen — [1]) pour les Stations d'essai et d'étalonnage seulement la somme nécessaire à l'amortissement.

8. Bilanz auf 31. Dezember 1928 — Bilan au 31 décembre 1928.

AKTIVEN — ACTIF	Fr.	Fr.	Fr.
Mobiliar — Mobilier	2 237.47		
Anschaffungen — Achats	10 643.85	12 881.32	
Abschreit ung — Amortissement		1 394.89	11 486.43
Werkzeuge und Utensilien — Outillage	1.—		
Anschaffungen und Abschreibungen — Achats et amortissement	—.—		1.—
Werkzeugmaschinen — Machines à outils	2 075.41		
Anschaffungen — Achats	3 762.—	5 837.41	
Abschreibung — Amortissement		1 223.34	4 614.07
Instrumente und Apparate — Instruments et appareils	25 182.70		
Anschaffungen — Achats	13 257.95	38 440.65	
Abschreibung — Amortissement		5 786.60	32 654.05
Maschinen u. Transformatoren — Machines et transformateurs	3 805.99		
Anschaffungen — Achats	—.—	3 805.99	
Abschreibung — Amortissement		272.73	3 533.26
Akkumulatoren — Accumulateurs	1 854.41		
Anschaffungen — Achats	—.—	1 854.41	
Abschreibung — Amortissement		889.59	964.82
Materialien — Matériel	16 432.32		
Mehrbetrag des Materialausgangs — Excédent de sortie de matériel	1 550.11		14 882.21
			68 135.84
Kassa — Caisse			183.15
Postcheck — Compte de chèques postaux			12 146.25
Bank (inklusive Fr. 30 000.— Dreimonatsdepot) — Banque (y compris fr. 30 000.— à 3 mois)			49 066.—
Debitoren — Débiteurs:			
Einkaufsabteilung des V. S. E. — Section d'achat de l'U. C. S.		36 447.57	
Diverse — Divers		40 691.15	77 138.72
Wertschriften — Titres			127.25
Kautionseffekten — Fonds de cautionnement			19 000.—
			225 797.21

PASSIVEN — PASSIF		Fr.
Fonds der Technischen Prüfanstalten — Fonds des Institutions de contrôle		60 000.—
Erneuerungsfonds für Betriebseinrichtungen — Fonds de renouvellement des installations		50 612.80
Erneuerungsfonds für Hochspannungsprüfanlage — Fonds de renouvellement pour le laboratoire à haute tension		6 048.45
Rückstellung für Mobiliar, Werkzeuge, Instrumente u. Diverses — Réserve pour mobilier, outils, instruments et divers		32 500.—
Diverse Kreditoren — Créditeurs divers		53 107.70
Gewinn- u. Verlust-Konto — Compte de profits et pertes:		
Saldo vom Vorjahr — Solde de l'anné précédente	Fr. 2 446.83	
Einnahmenüberschuss der Betriebsrechnung Excédent de recettes de l'année	„ 2 081.43	4 528.26
Kautionen für Qualitätszeichen — Cautions pour marques de qualité		19 000.—
		225 797.21

Die elektrischen Hausinstallationen und das Qualitätszeichen des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins.

Wir haben in der Tagespresse den nachstehenden Artikel veröffentlichen lassen:

«In wenigen Ländern hat sich die Verwendung der Elektrizität so stark eingebürgert wie in der Schweiz. Dass es dazu gekommen ist, ist nicht nur dem Umstande zuzuschreiben, dass man frühzeitig Elektrizitätwerke gebaut hat, sondern auch dem Umstande, dass seit Beginn der elektrischen Stromverteilung die Leiter der Werke eingesehen haben, dass der Verbreitung der Elektrizität am besten dadurch gedient ist, wenn Unglücksfälle und Beschädigungen der Anlagen der Stromverbraucher so viel als möglich vermieden werden.

Als zu Anfang unseres Jahrhunderts das Schweizerische Elektrizitätsgesetz beraten wurde, hat man sich nicht damit begnügt, Vorschriften aufzustellen für den Bau der Werke, Leitungen und Unterstationen, sondern man hat auch den Elektrizitätswerken die Pflicht auferlegt, die Hausinstallationen zu kontrollieren und darauf zu achten, dass sie für diejenigen, die mit den elektrischen Apparaten tagtäglich in Berührung sind, keinerlei Gefahr bieten.

Die vom Schweizerischen Elektrotechnischen Verein aufgestellten Hausinstallationsvorschriften sind zu diesem Zwecke als massgebend erklärt und die Werke zu periodischen Kontrollen verpflichtet worden.

Im Laufe der verflossenen 30 Jahre hat sich in den elektrischen Hausanlagen manches geändert. Die zur Verwendung gelangenden Apparate sind ungleich zahlreicher geworden, die Spannungen sind da und dort höher als früher. Vor 20 Jahren gab es im Haushalt fast ausschliesslich nur elektrische Beleuchtung, heute findet man dort mancherlei elektrische Apparate, Kochplatten, Bügeleisen, Staubsauger, Ventilatoren, Wärmestrahler usw., und die Möglichkeit, unangenehme Stromstösse zu erhalten und Beschädigungen zu erleiden, ist ungleich häufiger geworden. Deshalb ist es wichtig, dass der Inhaber einer Hausinstallation, der ja durch die Kontrolle des Werkes von seiner Haftpflicht für alle Schäden, die durch die Installation entstehen können, nicht enthoben ist, immer dafür besorgt ist, dass sich dieselbe in tadellosem Zustande befindet.

Der Schweizerische Elektrotechnische Verein, in dem alle an der Entwicklung der Elektrotechnik und der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft interessierten Kreise vertreten sind, hat vor 8 Jahren eine Komission bestellt, welche die Aufgabe erhielt, die Vorschriften für die Hausinstallationen mit dem Fortschritt der Technik und den im Laufe der Jahre gemachten Erfahrungen in Einklang zu bringen. Mit bedeutendem Aufwande an Arbeit, Zeit und Geld sind die am 1. Januar 1928 in Kraft gesetzten neuen *Hausinstallationsvorschriften* des S. E. V. aufgestellt worden. Das Vorhandensein dieser Vorschriften und das Ausführen der Installationen nach denselben allein genügt aber nicht; es ist auch notwendig, dass den Installateuren und dem Publikum die Wahl der entsprechenden Materialien erleichtert wird. Eine Installation kann in neuem Zustande den Vorschriften in allen Teilen entsprechen. Wenn aber die Materialien und Apparate nicht allen Einflüssen von Feuchtigkeit, Hitze und allen normalen Manipulationen gegenüber auf die Dauer widerstehen können, so ist mit einer einmaligen Kontrolle nur halbe Arbeit geleistet. Es ist deshalb angezeigt, dass die zur Verwendung gelangenden Materialien genau geprüft werden und dem Publikum und besonders den installierenden Firmen die Möglichkeit geboten wird, das Passende vom Unpassenden zu untercheiden.

Auch auf diesem Gebiete hat der Schweizerische Elektrotechnische Verein die Initiative ergriffen. Eine aus Sachverständigen zusammengesetzte Kommission ist seit einigen Jahren daran, für die gebräuchlichsten Artikel die *Prüfnormalien* aufzustellen, denen empfehlenswertes Material entsprechen soll, und sorgt dafür, dass für alle gebräuchlichen Artikel ein Merkmal, ein Qualitätszeichen, geschaffen wird; ein solches Zeichen, bestehend aus einer Gruppe der 4 Buchstaben A S E V im Rhombus, ist gesetzlich geschützt. An den isolierten Leitern, die einen Hauptbestandteil der Hausinstallationen bilden, lässt sich ein derartiges Zeichen nicht anbringen; es ist durch einen eingeflochtenen Faden mit Morsezeichen ersetzt, der dieselben Buchstaben wie die obgenannte Marke enthält.

Die Untersuchungen, ob die Materialien den Anforderungen der Normalien entsprechen, werden von den Technischen Prüfanstalten des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins vorgenommen. Diese begnügen sich indessen nicht mit einer einmaligen Prüfung von Musterapparaten und Leitermustern. Nachdem auf Grund einer Annahmeprüfung dem Fabrikanten die Erlaubnis zur Führung des Qualitätszeichens erteilt worden ist, wiederholt sie die Prüfungen jedes Jahr stichprobeweise an Apparaten, die sich in Verkehr, d. h. bei Händlern und Installateuren befinden. Entsprechen die Stichproben nicht, so wird dem Fabrikanten die Erlaubnis zur Führung des Qualitätszeichens entzogen.

Bis heute bestehen Prüfnormalien für die isolierten Leiter, für Schalter und Stecker für Hausinstallationen und für Kleintransformatoren mit Leistungen unter ½ Kilowatt. Weitere Normalien für Sicherungen, für Schalter und Steckdosen, die der Wärme ausgesetzt sind (z. B. solche an Wärmeapparaten), sind in Arbeit und dürften im Laufe des Jahres 1929 endgültig festgelegt werden. Später sollen Lampenfassungen, Isolierrohre und die im Haushalte gebräuchlichsten Stromverbrauchsapparate, wie Koch- und Heizapparate, Staubsauger usw. an die Reihe kommen.

Wichtig ist und im Interesse des Publikums liegt es, dass dieses auf die beschriebenen Qualitätszeichen achtet, vom Installateur verlangt, dass er nur Material verwendet, das den Normalien entspricht, und selbst nur Apparate kauft, welche das Qualitätszeichen tragen. Wenn jeder diesem Rate folgt, so werden auch jedem die vielen elektrischen Apparate eine ungetrübte Befriedigung bringen.

Die Aufstellung der Prüfnormalien ist eine lange, mühevolle Arbeit, der ausgedehnte Versuche voraus zu gehen haben, und das Publikum ist dem Schweizerischen Elektrotechnischen Verein, der von ihm bestellten Normalienkommission und allen Einzelpersonen, die dabei mitarbeiten, hiefür zu grossem Dank verpflichtet.»

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke | REDAKTION Zürich 8, Seefeldstr. 301 | Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité

Verlag und Administration | Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G. Zürich 4, Stauffacherquai 36/38 | Editeur et Administration

XX. Jahrgang
XX^e Année

Bulletin No. 8

April II
Avril II 1929

Trennung der Verluste und Ermittlung des Schwungmomentes von elektrischen Maschinen mit Hilfe des Auslaufverfahrens.

Von Direktor *A. Engler,* Dipl. Ing. und *A. Zeindler,* Dipl. Ing.,
Nordostschweizerische Kraftwerke, Baden.

621.313(0068)

Wird die Tourenzahl einer Maschine während des Auslaufes in Funktion der Zahl der Umdrehungen aufgetragen, so ergibt sich annähernd eine Gerade. Die Autoren stellen die Gleichung dieser Geraden auf und leiten daraus eine Formel ab, aus welcher die Verlustleistung in einem bestimmten Augenblick des Auslaufs aus der Tourenzahl pro Minute in diesem Augenblick, der Zahl der Umdrehungen, von einem beliebig gewählten Ausgangspunkt aus, bis zum Stillstand, der Tourenzahl in diesem Ausgangspunkt und dem Schwungmoment der Maschine berechnet werden kann. An einem Beispiel wird gezeigt, dass diese Methode rasch zuverlässige Resultate ergibt.

Si, pendant la période d'inertie, on porte le nombre de tours par minute d'une machine électrique en fonction du nombre de révolutions, on obtient sensiblement une droite. Les auteurs du présent article établissent l'équation de cette droite et en déduisent une formule permettant de calculer la puissance des pertes, en un moment quelconque du processus de ralentissement, connaissant le nombre de tours par minute en ce moment, le nombre de révolutions effectuées par la machine à partir d'un instant quelconque jusqu'au repos, le nombre de tours en cet instant et lemoment d'inertie de la machine. Un exemple montre que cette méthode conduit à des résultats rapides et sûrs.

Das Auslaufverfahren wird bei Abnahmeversuchen von elektrischen Maschinen oft angewendet zur Kontrolle der mit Hilfe der Einzelverlustmethoden ermittelten Reibungs- und Ventilationsverluste und der Zusatzverluste, sowie zur Bestimmung des Schwungmomentes.

Schaltet man eine sich drehende elektrische Maschine plötzlich von ihrer Energiequelle ab, so verbraucht sie die in ihr aufgespeicherte kinetische Energie zur Deckung der Verluste.

Schaltet man sowohl den Anker wie das Feld ab, so treten, solange sich die Maschine noch dreht, nur Reibungs- und Ventilationsverluste auf.

Schaltet man nur den Anker ab, so treten Reibungs- und Ventilationsverluste und Eisenverluste auf.

Schaltet man nur den Anker ab und schliesst ihn unmittelbar darauf kurz, so treten Reibungs- und Ventilationsverluste und Kupfer- und Zusatzverluste auf.

Nimmt man während des Auslaufens der Maschine in gewissen Zeitabständen die Drehzahl auf und trägt sie als Funktion der verflossenen Zeit auf, so ergeben sich die sogenannten „Auslaufkurven". Man erhält nun die dem Versuch entsprechenden Verluste mit Hilfe der Konstruktion einer Tangente an diese Auslaufkurve,

Diese Methode ist allgemein bekannt und soll hier nicht näher erläutert werden; es ist aber ohne weiteres klar, dass die Tangentenkonstruktion die Möglichkeit bietet, das Schlussresultat mehr oder weniger zu beeinflussen. Man kann dies nun auf folgende Weise umgehen.

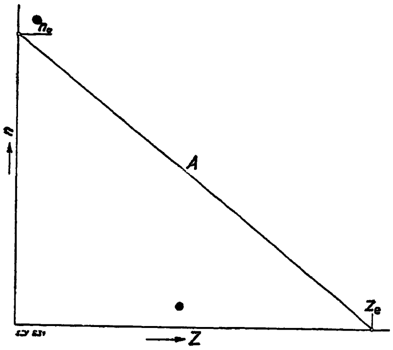


Fig. 1.
Auslaufgerade A. n_0 = Erste abgelesene Tourenzahl; Z_e = Zahl der Umdrehungen von der ersten Ablesung an bis zum Stillstand.

Man kontrolliert nach einer bestimmten Zahl Umdrehungen des Rotors die Tourenzahl und trägt sie in Funktion der Umlaufzahl auf. Es ergibt sich ziemlich genau eine Gerade (leichte Krümmung im Gebiet der kleinen Tourenzahlen). Man kann diese Ablaufgerade auch direkt durch einen Tachographen aufzeichnen lassen; dies ist sogar zu empfehlen, da damit durch Ablesefehler und Reaktionszeit der Ablesenden bedingte Ungenauigkeiten wegfallen. Beim Tachographen ist der Vorschub des Registrierstreifens proportional der Umdrehungszahl, da das Schreibwerk direkt von der Welle des Tachographen aus angetrieben wird. Der Tachograph zeichnet also direkt die Kurve $n = f\,(Z)$ auf.

Die in Fig. 1 dargestellte Auslaufgerade lässt sich analytisch auf folgende Gleichung bringen:

$$\omega = -b\varphi + a,$$

wobei $\omega = \frac{\pi n}{30}$ die Winkelgeschwindigkeit bedeutet (Ordinate) und $\varphi = 2\,\pi\,Z$ der Drehwinkel ist (Abszisse).

Man erhält die Konstanten dieser Gleichung (Achsenabschnitte)

$$\varphi = 0; \quad \omega = a = \frac{\pi\, n_0}{30} = \omega_0 \text{ (Abschnitt auf der Ordinatenachse)}$$

$$\omega = 0; \quad b = \frac{a}{\varphi_e} = \frac{\omega_0}{\varphi_e} = \frac{\pi\, n_0}{30}\,\frac{1}{2\pi\, Z_e} = \frac{n_0}{60\, Z_e},$$

wobei Z_e gleich dem Abschnitt auf der Abszissenachse, d. h. gleich der Anzahl Umläufe bis zum Stillstand des Rotors ist.

Es ist nun:

$$\omega = \frac{d\varphi}{dt} = a - b\varphi$$

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2} = -b\,\frac{d\varphi}{dt} = -b\omega = -\frac{n_0\,\pi\, n}{60\, Z_e\, 30}.$$

Das Arbeitsvermögen eines um seine Achse mit der Winkelgeschwindigkeit ω rotierenden Körpers ist $A = \frac{\omega^2}{2} J$ (J = Trägheitsmoment).

Es ist $\frac{dA}{dt} = N$ der Arbeitsverbrauch pro Zeiteinheit, d. h. die Leistung der auslaufenden Maschine zur Deckung der Verluste. Also ist:

$$\frac{dA}{dt} = N = -\omega\,\frac{d\omega}{dt} J = \frac{\pi\, n}{30}\,\frac{n_0\,\pi\, n}{60\, Z_e\, 30} J.$$

Setzt man N in Watt ein und für $-\omega\,\frac{d\omega}{dt}$ den soeben abgeleiteten Ausdruck,

so erhält man:

$$N = 9{,}81\, J\,\frac{n_0\, n^2\, \pi^2}{60\; 30^2\, Z_e}$$

oder wenn man an Stelle des Massenträgheitsmoments J das technische Schwungmoment GD^2 setzt $(J = \frac{GD^2}{4 \cdot 9{,}81})$, so erhält man:

$$N = \frac{GD^2\, n^2\, n_0}{21{,}9\, Z_e}\, 10^{-6} \text{ kW}$$

Es bedeuten:

N = Verluste in kW, bei der Tourenzahl n der Maschine,
GD^2 = Schwungmoment in kg m^2,
n = Tourenzahl der Maschine, z. B. Normaltourenzahl,
n_0 = Erste abgelesene Tourenzahl (Abschnitt auf der Ordinatenachse),
Z_e = Umlaufzahl bis Stillstand (Abschnitt auf der Abszissenachse).

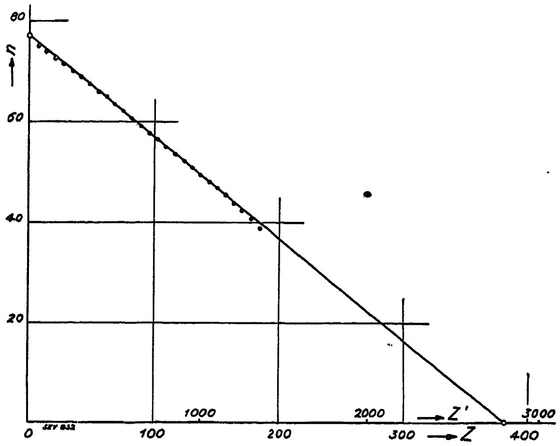


Fig. 2.
Auslaufgerade aus Tachometerablesungen ermittelt. Generator erregt. n = Tourenzahl (Umdr./min) des Generators; Z = Zahl der Umdrehungen des Generators; Z' = Zahl der Umdrehungen der Pendelwelle.

Das Schwungmoment lässt sich am besten aus einem Auslaufversuch mit erregter Maschine bestimmen, da die dabei zu deckenden Leerverluste z. B. mit Hilfe des Motorverfahrens gut ermittelt werden können. Man setzt dann für N aus der Kurve der Leerverluste den dem betreffenden Erregungszustand entsprechenden Wert in die Formel ein und löst nach GD^2 auf.

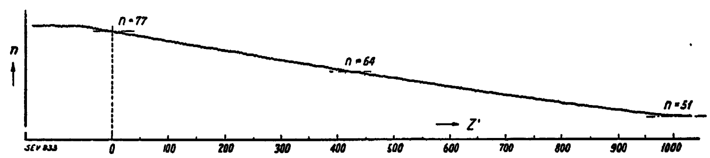


Fig. 3.
Tachogramm des Versuchs der Fig. 2.

Aus einem Auslaufversuch mit unerregter Maschine lassen sich bei bekanntem GD^2 die Ventilations- und Reibungsverluste ermitteln und aus Kurzschlussauslaufversuchen bei verschiedenen Erregungen kann eine Kurve, die die Reibungs-, Ventilations-, Kupfer- und Zusatzverluste enthält, aufgenommen werden.

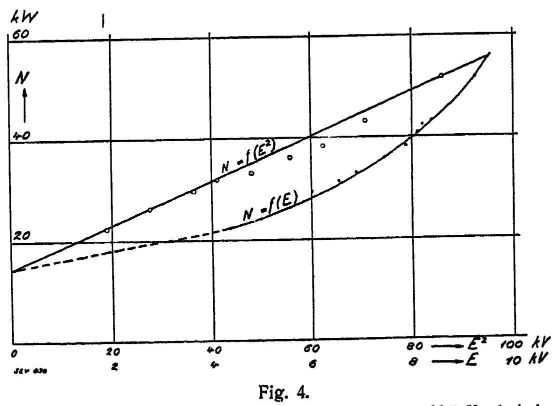


Fig. 4.
Leerverluste N in Funktion der Spannung. n = 66,7 Umdr./min.

Im Nachfolgenden sind als Anwendungsbeispiel die Ergebnisse von Versuchen an einem 2500 kVA-Generator des E. W. Beznau dargestellt. Nach je 50 Umdrehungen der Turbinenpendelwelle, die mit Hilfe eines Umdrehungszählers gezählt wurden, ist am Turbinentachometer die Tourenzahl abgelesen worden. Der Tachograph wurde durch einen Riemen von der Pendelwelle aus angetrieben. Auf den Registrierstreifen wurden nach je 50 Pendelumdrehungen durch die Zeitachsenschreibfeder Markierstriche gemacht. Fig. 2 zeigt die Ablaufgerade aus den Ablesungen und Fig. 3 den Tachographenstreifen desselben Versuches mit erregter Maschine. Aus

der Kurve der Leerverluste (Motorverfahren) Fig. 4 wurden die der Erregung des Auslaufversuches Fig. 2 und 3 entsprechenden Leerverluste in die abgeleitete Formel eingesetzt und das Schwungmoment ermittelt.

Es ist: $N = 23{,}1$ kW,
$n = 66{,}7$ Umdr./min,
$n_0 = 77$ „
$Z_e = 2800$ Pendelumdrehungen,
entspricht 381 Rotorumdrehungen.

$$GD^2 = \frac{23{,}1 \cdot 21{,}9 \cdot 381 \cdot 10^6}{66{,}7^2 \cdot 77} = 564\,000 \text{ kg m}^2.$$

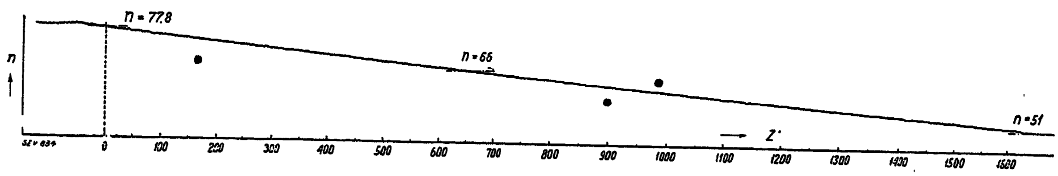


Fig. 5.
Tachogramm eines Auslaufversuches am unerregten Generator, zur Bestimmung der Reibungs- und Ventilationsverluste.

Aus einem Ablaufversuch mit unerregter Maschine (Fig. 5) wurden die Reibungs- und Ventilationsverluste ermittelt.

$$\left[N = \frac{564\,000 \cdot 66{,}7^2 \cdot 77{,}8}{21{,}9 \cdot 630 \cdot 10^6} = 14{,}0 \text{ kW.}\right]$$

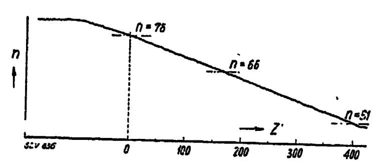


Fig. 6.
Tachogramm eines Kurzschluss-Auslaufversuches zur Bestimmung der Zusatzverluste.

Aus einigen Kurzschlussauslaufversuchen, von denen der Tachographenstreifen des einen hier in Fig. 6 abgebildet ist, konnte die Kurve der Zusatzverluste aufgezeichnet werden. Sie ergab im Vergleich mit der aus dem Uebererregungsverfahren unter Berücksichtigung der Fehlwinkel ermittelten analogen Kurve eine mittlere Differenz von drei kW an Mehrverlusten.

Das Anwendungsbeispiel zeigt, wie mit Hilfe dieser Auswertungsmethode der Auslaufversuche rasch und zuverlässig brauchbare Resultate errechnet werden können.

Influence de la conductibilité des rails sur la valeur de la force électromotrice induite sur les circuits à courant faible par une ligne de traction à courant alternatif.

Par *Th. Muller,* Ingénieur en chef-adjoint à la Division de l'Electrification des C. F. F. à Berne.

621.333.167+621.319.13(004):621.38

L'auteur indique d'abord une méthode simple et pratique pour la détermination rapide de l'intensité de courant alternatif passant dans les rails. Il met ensuite en évidence l'augmentation de conductibilité des rails par suite de l'éclissage électrique des joints et fait ressortir l'importance de cette augmentation de conductibilité en ce qui concerne l'atténuation de la tension induite sur les âmes d'un câble placé dans la plate-forme de la voie.

Der Autor gibt eine einfache und praktische Methode an zur Messung eines in Eisenbahnschienen fliessenden Wechselstromes. Anhand von Versuchen geht er dann auf die durch Schienenverbinder bewirkte Vergrösserung der Leitfähigkeit der Schienen ein und zeigt die Bedeutung des Einflusses dieser vergrösserten Leitfähigkeit auf die Verminderung der Spannung, welche in den im Bahnkörper verlegten Kabeln induziert wird.

1. Généralités. Pour les chemins de fer électrifiés au courant alternatif, les rails ne jouent pas le même rôle en ce qui concerne le retour du courant que pour l'électrification au courant continu. Non seulement le rapport de la conductibilité

du rail à celle de la terre est très différent pour ces deux sortes de courant, mais le courant alternatif fait naître dans le rail une force électromotrice induite engendrant à son tour un courant dont l'intensité dépend de la conductibilité des rails, de la nature du terrain, des traverses et du ballast ainsi que du degré d'humidité du sol.

Dans un système de traction à courant alternatif il faut distinguer trois circuits:

a) le circuit constitué par le fil de contact et la terre;
b) le circuit formé par les rails et la terre ;
c) le circuit formé par le fil de contact et les rails.

Le premier de ces circuits constitue le primaire, le deuxième le secondaire d'un transformateur sans fer. De ce fait, mis en évidence par les expériences effectuées sur la ligne du Lötschberg en 1917, il résulte que la courbe de répartition du courant passant dans les rails diffère pour les deux formes de courant. La différence s'accentue quand la distance entre les points d'alimentation du rail (éloignement de la locomotive de la sous-station) augmente.

L'intensité moyenne du courant de rail (I_2) mérite d'être connue. Par le fait que ce courant est décalé de 160 à 170 degrés sur le courant du fil de contact (I_1) et qu'il peut atteindre le 60 % de la valeur de I_1, il est susceptible de réduire dans une large mesure la tension induite sur les circuits à courant faible placés à proximité du chemin de fer. Nous verrons plus loin quelle importance il faut attribuer à la meilleure conductibilité des rails, obtenue par l'éclissage électrique des joints, en ce qui concerne la compensation de la force électromotrice d'induction.

Si la littérature est encore sobre de renseignements relatifs à la mesure du courant passant dans les rails, on ne saurait s'en étonner. La principale difficulté que présentent de tels essais est le peu de temps dont on dispose entre deux trains, même la nuit, pour le déboulonnage des plaques d'éclisses et l'intercalation des instruments de mesure dans les diverses files de rails et en plusieurs points de la voie.

Pour les essais qui nous occupent, on a utilisé une méthode de mesure caractérisée par l'emploi du thermo-couple. Cette méthode permet une détermination rapide de la répartition du courant de rail le long de la voie, car elle ne nécessite pas l'enlèvement, toujours laborieux, des plaques d'éclisses.

2. Mesure du courant de rail par l'emploi du thermo-couple. La méthode de mesure est basée sur la détermination de la chute de tension dans un tronçon homogène de rail. Cette détermination nécessite naturellement un étalonnage préalable des instruments. A cet effet on fait passer dans un bout de rail, semblable à celui qui forme la voie, un courant alternatif d'intensité et de fréquence connues et l'on note l'élongation obtenue au galvanomètre relié au thermo-couple. Pour 10 m de rail de 58 cm² de section, la résistance apparente est de l'ordre de un milliohm pour la fréquence $16\,^2/_3$, soit pour 100 A une différence de potentiel à mesurer de 100 mV.

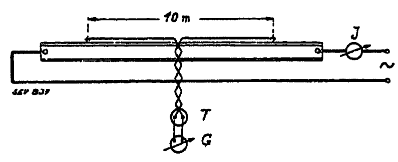


Fig. 1.
Dispositif de mesure.
T = Thermo-couple. *G* = Galvanomètre.

Pour obtenir de bons résultats dans de telles conditions, il convient d'utiliser un thermo-couple de un ohm, combiné à un galvanomètre de dix ohms, donnant une élongation de 120° pour une force thermo-électrique de 0,3 mV. Ce dispositif, représenté par la fig. 1, est suffisamment maniable pour pouvoir être utilisé la nuit sur le terrain.

En faisant varier l'intensité du courant on obtient une courbe donnant, pour une fréquence donnée, la valeur de l'intensité du courant dans le rail en fonction de l'élongation du galvanomètre ou en fonction de la chute de tension dans le rail (fig. 2).

3. Répartition du courant de rail. En effectuant un grand nombre de mesures sur les quatre files de rails en plusieurs points de la voie, dans les mêmes conditions d'humidité du sol, on obtient une série de valeurs permettant de tracer la courbe de répartition du courant le long de la voie pour une certaine valeur du courant dans la ligne de contact. Ces courbes sont représentées par la fig. 3, où les lignes en traits fins se rapportent aux rails sans éclisses électriques et les lignes en traits forts aux rails éclissés électriquement.

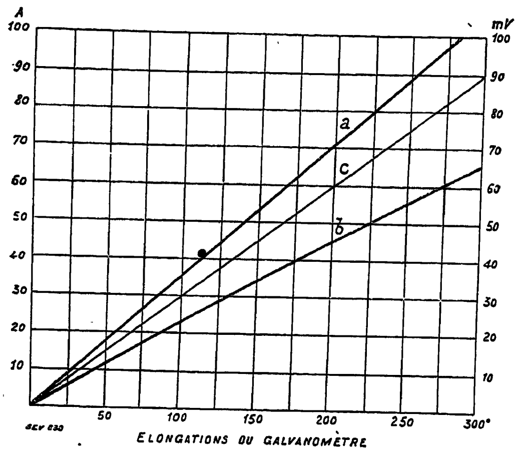


Fig. 2.
Etalonnage du dispositif de mesure.
Courbe a = Intensité de courant de fréquence $16^2/_3$.
Courbe b = Intensité de courant de fréquence 40.
Courbe c = Chute de tension sur 10 m de rail à 5° C.
Résistance de 10 m de rail de 58,5 cm² de section { courant continu = 280×10^{-6} ohm; courant de $16^2/_3$ pér. = 845×10^{-6} ohm; courant de 40 per. = 1350×10^{-6} ohm

L'allure de ces courbes n'est pas la même que celle qui caractérise la répartition du courant de rail dans un système de traction à courant continu (minimum au centre du secteur). Les irrégularités de symétrie proviennent de la nature différente des terrains et de la superstructure de la voie.

Pour éviter une cause d'erreur, il faut que les fils servant à la mesure ne soient pas influencés par un champ magnétique plus fort ou plus faible que celui qui agit sur le rail. Ces fils doivent donc être placés sur le rail même, lorsqu'ils sont parallèles à la voie, et tordus ensemble dans la partie perpendiculaire à celle-ci.

Un essai intéressant est celui qui consiste à rompre la continuité des rails à une petite distance (aux points C et D de la fig. 3) des points d'alimentation. On constate que ni la valeur ni la répartition du courant ne varient par suite de ces interruptions, d'où l'on conclut que le courant de rail n'est plus qu'un courant induit quand la distance entre les points d'alimentation est grande (supérieur à 20 km), car il n'est pas possible que le courant de retour sorte et rentre deux fois dans le rail sans qu'il en résulte une diminution d'intensité. Par contre, pour les petites distances entre les points d'alimentation, il y a évidemment superposition des deux sortes de courant dans un rapport variant avec la distance entre les points A et B (fig. 3) et l'éloignement du point d'alimentation le plus proche.

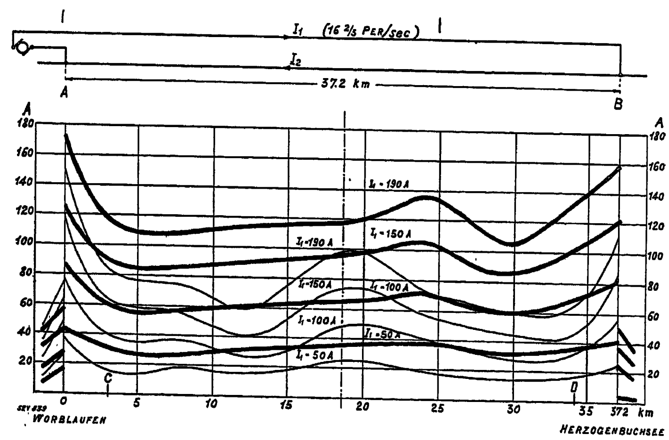


Fig. 3.
Répartition du courant de rail.
——— sans l'éclissage électrique.
——— avec l'éclissage électrique.
Les intensités moyennes du courant de rail sont consignées dans le tableau II.

Le potentiel du rail est zéro au point culminant de la courbe. A partir de ce point sa valeur augmente (positivement d'un côté, négativement de l'autre) avec la distance et atteint un maximum aux points d'alimentation du rail.

4. Augmentation de la conductibilité des joints de rails par suite de l'éclissage électrique. La résistance électrique des joints pour un courant alternatif de fréquence donnée ne peut être déterminée, avec quelque exactitude, que par la mesure du courant et de la tension. Cette dernière étant, même pour des courants de plusieurs centaines d'ampères, de l'ordre d'une fraction de volt, elle ne peut être mesurée qu'au moyen du thermo-couple. Il faut aussi admettre pour le joint une certaine longueur (de préférence 1 m).

Les résultats consignés dans le tableau I se rapportent à un joint de rail de 58,5 cm² de section (profil I). Ils montrent que la résistance électrique d'un joint

Tableau I.

Résistance électrique d'un joint de rail					
Sans l'éclissage électrique			Avec l'éclissage électrique		
A	m V	Microohms	A	m V	Microohms
150	333	2220	110	35	318
300	643	2140	295	101	342
450	1050	2330	499	186	373
654	869	1327	639	236	370
410	742	1810	354	127	359
200	412	2060	150	50	333
	Moyenne	1980		Moyenne	350

diminue de 83 % quand on le munit d'une éclisse électrique constituée par une corde de cuivre de 35 mm² de section et 320 mm de longueur, telle qu'elle est représentée par la fig. 4. La résistance électrique de cette éclisse est d'environ 600 microohms, celle du joint éclissé électriquement de 350 microohms et celle d'un joint sans

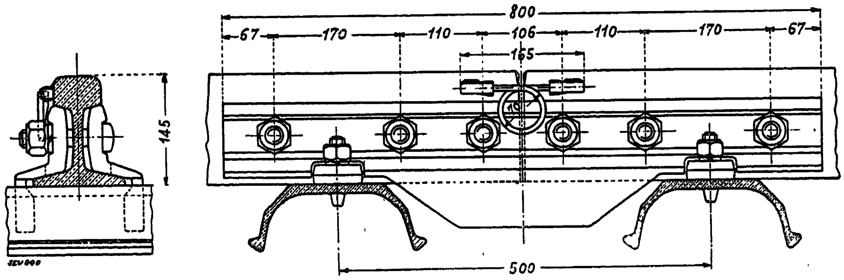


Fig. 4.
Eclisse électrique.

éclisse électrique d'environ 2000 microohms. Dans ce dernier cas la résistance est peu stable, elle varie, en peu de temps, dans de grandes limites. La résistance apparente du rail de 58,5 cm² de section étant, d'après la fig. 1, pour le courant alternatif de fréquence $16^2/_3$, de 84,5 microohms par mètre, on voit d'après ce qui précède quel rôle important le joint joue dans la résistance totale du rail. C'est à 4,

respectivement 24 m de rail que correspond la résistance électrique d'un joint suivant qu'il est ou qu'il n'est pas muni de l'éclisse électrique. En d'autres termes, comme un rail a généralement 15 m de longueur, c'est dans le rapport 2 : 1 que la conductibilité est augmentée par l'éclissage électrique des joints.

Cette augmentation considérable de conductibilité a naturellement pour effet un accroissement important de l'intensité moyenne du courant de rail. Cet accroissement est mis en évidence par les chiffres du tableau II, d'où il ressort que l'intensité moyenne du courant de rail (I_2) est proportionnelle à l'intensité du courant inducteur (I_1).

Tableau II.

Sans l'éclissage électrique						Avec l'éclissage électrique				
I_1	I_2	$\frac{I_2}{I_1}$	A km	A km	$\frac{\text{A km ext.}}{\text{A km int.}}$	I_1	$\frac{I_2}{I_1}$	A km	A km	$\frac{\text{A km ext.}}{\text{A km int.}}$
A	moyen	%	intérieur	extérieur	%	moyen	%	intérieur	extérieur	%
50	19	38	700	70	10	33	66	1241	35	3
100	38	38	1423	130	9	64	64	2389	80	3
150	58	39	2172	180	8	95	63	3541	120	3
190	77	40	2871	210	7	121	64	4492	160	3,5

I_1 = courant dans la ligne de contact; I_2 = courant dans les rails.
A km int. = Nombre d'ampère-kilomètres entre les points d'alimentation.
A km ext. = Nombre d'ampère-kilomètres en dehors des points d'alimentation.

Les vieux joints non éclissés électriquement présentent une résistance si grande qu'ils ne laissent passer aucun courant. C'était le cas pour la ligne à voie unique et à faible trafic de Sulgen à Gossau, le long de laquelle est installée une ligne d'alimentation unipolaire à 15000 V. Après l'établissement de l'éclissage électrique, on a mesuré, au centre du secteur, une valeur de I_2 égale à $^1/_3$ de I_1.

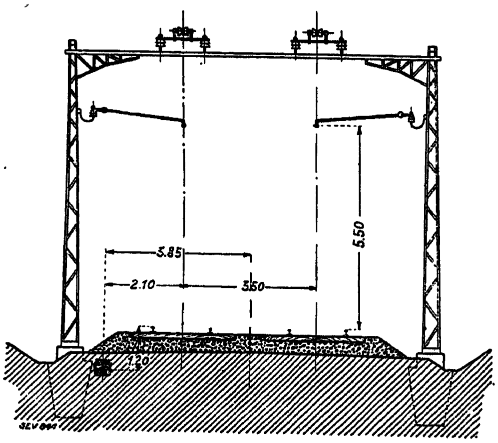


Fig. 5.
Position du câble dans le plate-forme de la voie.

5. *Effet de l'éclissage électrique sur la valeur de la tension induite sur les âmes d'un câble posé dans la plate-forme de la voie.* Les mesures de la tension induite sur les âmes d'un câble posé dans la plate-forme de la voie (fig. 5) ont été effectuées sur une ligne à double voie de 37,2 km de longueur (Wilerfeld-Herzogenbuchsee) avant l'établissement de l'éclissage électrique. Ces mesures furent répétées après qu'on eut muni de l'éclissage électrique d'abord une file, puis deux, puis trois et enfin les quatre files de rails. Les valeurs obtenues, dans les mêmes conditions d'humidité, sont consignées dans le tableau III.

La diminution de la tension induite est proportionnelle au nombre de files de rails éclissées électriquement et atteint 46,6 %. Un tel résultat justifie pleinement l'emploi de l'éclisse électrique, dont le prix de revient n'est pas très élevé.

Tableau III.

	Nombre des files de rails munies de l'éclissage électrique				
	0	1	2	3	4
Tension induite sur les âmes du câble en m V par A km	35	31,5	25	22	18,7
Diminution de la tension induite en %	—	10	28,5	37	46,6

En Allemagne où l'on a procédé aux mêmes essais, on a obtenu une diminution de 44,4 %.

L'efficacité de l'éclissage électrique sur la valeur de la tension induite sur une ligne aérienne est évidemment moins grande, du fait que les conducteurs d'une ligne aérienne sont placés plus près de la ligne inductrice et plus loin des rails. Sur un circuit téléphonique de la ligne Sulgen-Gossau, on a mesuré une tension induite de 10,1 V par 100 A km avant l'éclissage, 7,85 V après l'éclissage d'une file de rails et 6,3 V après l'éclissage électrique complet. La réduction de tension n'est donc que de 33,6 %. Mais il faut aussi tenir compte du fait que la ligne est à simple voie et que la somme des courants dans les deux files de rails ne représente que le 1/3 de la valeur du courant dans la ligne inductrice.

Pour déterminer l'influence de la fréquence sur la compensation produite par le courant de rail, on a procédé à des expériences sur la ligne du Simplon (Sion-Brigue) et constaté que la compensation augmentait rapidement avec la fréquence. Ce phénomène est précieux, car la sensibilité de l'oreille et de la membrane téléphonique est maximum pour la fréquence 1100, qui est aussi celle des harmoniques de denture des moteurs de traction pour une certaine vitesse de la locomotive [1]).

Il convient d'étudier de plus près, encore, le rôle des rails dans la puissance inductive des hautes fréquences ainsi que le problème de l'effet cohéreur des joints de rails non munis de l'éclisse électrique, pour de très grandes intensités de courant (celles des courts-circuits).

6. Effet de l'éclissage électrique sur l'intensité du courant induit dans les enveloppes métalliques du câble. Les chiffres inscrits dans le tableau IV indiquent la diminution d'intensité des courants induits dans les enveloppes métalliques du câble (manteau de plomb et armure mis à terre dans les stations), par suite de l'affaiblissement du champ magnétique, obtenu par l'éclissage électrique des rails. Cette diminution (en moyenne 47,6 %) de la valeur du courant dans les enveloppes métalliques correspond à la réduction de la force électromotrice d'induction mesurée sur les âmes du câble (46,6 %).

Tableau IV.

Courant induit dans les enveloppes métalliques du câble			
I_1	Sans l'éclissage électrique	Avec l'éclissage électrique	Différence
A	A	A	%
100	18,2	9,5	48
150	26,3	13,5	48,6
200	33,9	18,7	46,3
		Moyenne	47,6

1) Pour ce qui a trait à l'efficacité de la mise en biais des rainures des moteurs de traction (autre mesure de sécurité applicable au courant fort), voir la note du même auteur dans la revue „Elektrische Bahnen“ No. 9, de septembre 1926, page 346.

Das österreichische Elektrizitätsgesetz.

Von Dr. *Otto Siegel*, Berlin.

621.3(007)

Das heutige Oesterreich weist in den natürlichen Grundlagen und den Zukunftsmöglichkeiten seiner Elektrizitätswirtschaft, nicht aber in deren bisherigen Entwicklung, viele Parallelen mit der Schweiz auf. Es dürfte deshalb von Interesse sein, die Bestrebungen in unserem Nachbarlande zu verfolgen, durch ein einheitliches, umfassendes Elektrizitätsgesetz der Weiterentwicklung geregelte Bahnen zu weisen. Besonders heute, da sich die Tendenz nach einer planmässigen europäischen Elektrizitätswirtschaft geltend macht, ist der Elektrizitätsgesetzgebung in den einzelnen Staaten besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Im vorliegenden Aufsatz wird ein Ueberblick über die vor einiger Zeit veröffentlichte Vorlage über ein österreichisches Elektrizitätsgesetz gegeben.

L'Autriche actuelle présente avec la Suisse de nombreuses analogies quant aux bases naturelles et aux possibilités futures de son économie électrique, mais non pas au point de vue de son développement antérieur. C'est pourquoi il nous a paru intéressant de suivre les tendances de nos voisins de l'est, qui se proposent d'ouvrir la voie à de nouveaux progrès par une législation vaste et uniforme en la matière. Aujourd'hui plus que jamais, où l'on tend nettement vers une exploitation européenne méthodique des ressources en énergie électrique de notre continent, il y a lieu d'accorder une attention particulière à la législation en vigueur dans les divers pays.

L'auteur de cet article jette un coup d'œil d'ensemble sur le projet, publié récemment, d'une loi autrichienne en matière d'électricité.

Vor kurzem ist eine Vorlage der österreichischen Bundesregierung über das Elektrizitätswesen eingebracht worden, die, von grundsätzlichem Standpunkt aus betrachtet, bedeutungsvoll ist, da sie einmal dem Stand der Entwicklung in den einzelnen Staaten, die für die Elektrizitätswirtschaft wichtig sind, Rechnung trägt und bestrebt ist, im Rahmen des Elektrizitätsgesetzes alle Bestrebungen zusammenzuziehen, die mit der Elektrizitätswirtschaft und dem Elektrizitätswesen in Verbindung stehen. Die Frage der planmässigen Ausnützung der österreichischen Wasserkräfte und die möglichst starke Inanspruchnahme derselben für Zwecke der Elektrisierung spielt ja in dem heutigen Deutschösterreich eine aussergewöhnliche Rolle, weil es landschaftlich zum grössten Teil aus den Alpenländern zusammengesetzt ist, die, ähnlich wie die Schweiz, über ein grosses Reservoir von Wasserkräften verfügen und die Rentabilität der österreichischen Volkswirtschaft von der Realisierung der in Form der Wasserkräfte gebotenen Möglichkeiten abhängig ist. Die Frage der Ausnutzung der österreichischen Wasserkräfte und damit der Elektrisierung gewinnt Bedeutung über die Grenzen Deutschösterreichs hinaus, da dasselbe nach Möglichkeit bestrebt sein wird, seine Wasserkräfte über seinen eigenen Bedarf hinaus nutzbar zu machen. Damit wird das Problem der Ausfuhr von elektrischer Energie ins Ausland greifbar, und die umliegenden Staaten müssen auch ihrerseits zu dem Problem Stellung nehmen.

Wie aus den erläuternden Bemerkungen zur Vorlage der Bundesregierung hervorgeht, ist die Behandlung des Elektrizitätswesens in Oesterreich, vom gesetzlichen Standpunkt aus gesehen, nicht einheitlich geschehen; im Gegenteil finden sich in einer Reihe verschiedener Gesetze verstreut Sonderbestimmungen, die sich auch mit Einzelfragen der Elektrizitätswirtschaft beschäftigen. So regelt die österreichische Gewerbeordnung das Elektrizitätswesen, soweit es sich als eine gewerbliche Betätigung darstellt – es konnte sich um das konzessionierte Gewerbe der Stromlieferung handeln und um die Installation elektrischer Anlagen. Das Elektrizitätswegegesetz behandelte die elektrischen Anlagen im wesentlichen vom Standpunkt der Genehmigung aus sicherheitspolizeilichen Gründen, ebenso wie das Starkstromwegerecht. Es brachte ausserdem eine Ergänzung der Gewerbeordnung hinsichtlich des konzessionierten Gewerbes der Stromlieferungsunternehmungen. Es stellte für sie „öffentliche Pflichten" auf, die den Charakter ständiger Konzessionsbedingungen tragen. Das Elektrizitätswegegesetz umfasste auch das Telegraphenwegerecht und einige allgemeine Bestimmungen über Elektrizitäts-Statistik, über die Einführung eines Elektrizitätsbuches sowie über die Behandlung elektrischer Anlagen im Strafrecht.

Für die österreichische Bundesregierung war in erster Linie zu prüfen, wie die grundsätzliche Organisationsfrage beantwortet werden sollte, wenn man berücksichtigt,

dass diese Frage im wesentlichen davon abhängig ist, in welchem Masse eine stärkere Einflussnahme der Staatshoheit auf die Elektrizitätswirtschaft ermöglicht werden sollte. Da hier überhaupt das Problem der wirtschaftlichen Machtverteilung in der Elektrizitätswirtschaft zur Diskussion steht, sei darauf verwiesen, dass in den einzelnen Staaten ganz verschiedene Antworten auf diese Frage erteilt wurden. Wir haben in der Elektrizitätswirtschaft vollkommene Freiheit der Privatwirtschaft von jeder staatlichen Einwirkung bis zur rein staatlichen Elektrizitätswirtschaft. Zwischen diesen beiden Extremen sind eine Unzahl von Eigenheiten festzustellen, die Differenzierungen schaffen und Mittelwege einschlagen. Grundsätzlich wird es sich allerdings darum handeln müssen, planmässig die Versorgung des Landes mit elektrischer Energie durchzuführen. Rationalisierung auf dem Gebiete der Elektrizitätswirtschaft ist so identisch mit einer bestimmten „Plan- und Verbundwirtschaft", wie die österreichische Regierungsvorlage dieses System, das von ihr empfohlen wird, nennt.

Die Vorlage der österreichischen Bundesregierung über das Elektrizitätswesen hat in ihren erläuternden Bemerkungen in knapper Form die Grundsätze der bisher geltenden Formen der Elektrizitätswirtschaft zusammengestellt, auf die hier kurz eingegangen werden soll. Danach haben bisher die Staaten, die für die Beurteilung der Elektrizitätswirtschaft von Bedeutung sind, sich bemüht, die Rationalisierung der Elektrizitätsversorgung ihres Gebietes auf zwei Wegen durchzuführen. Die einen haben durch gesetzliche Bestimmungen bei der Konzessionierung der Stromlieferungsunternehmungen eine zielbewusste Zusammenfassung der Elektrizitätsversorgung angestrebt, während eine zweite Gruppe von Staaten die Elektrizitätsversorgung selbst in die Hand genommen hat, wobei sich aber Differenzierungen in der Art und Weise der Beteiligung ergeben. So wird in einzelnen Staaten die Elektrizitätsversorgung gänzlich oder zu einem erheblichen Teil durch die staatlichen Behörden selbst besorgt, in anderen wieder wird der Einfluss des Staates dadurch gesichert, dass der Staat entweder private wirtschaftliche Unternehmungen schafft, die ihm gänzlich gehören oder in denen er zumindest eine massgebende Beteiligung durch seinen finanziellen Einfluss gewinnt. Im grossen und ganzen läuft die Tendenz dahin, die Elektrizitätsversorgung weitgehend in die öffentliche Hand überzuführen.

Auch Oesterreich ist bestrebt gewesen, sowohl auf dem Gebiete der Gesetzgebung wie auch der Betätigung der öffentlichen Körperschaften als Wirtschaftsführer auf das Elektrizitätswesen Einfluss zu nehmen. Dies geschah durch die bereits erwähnten in dem Elektrizitätswegegesetz von 1922 aufgestellten sogenannten „öffentlichen Pflichten", die den Stromlieferungsunternehmungen auferlegt wurden, obwohl diese Massnahmen die Bestrebungen nur recht unvollkommen erfüllen konnten.

Die österreichische Elektrizitätswirtschaft wurde unmittelbar nach dem Krieg durch starke Anteilnahme der öffentlichen Körperschaften beeinflusst. Bis zum Kriege bestanden lediglich in Oberösterreich und in Steiermark grössere Stromlieferungsunternehmungen zur Versorgung weiter Gebiete aus Ueberlandwerken. Nach Beendigung des Weltkrieges setzte die Vorwärtsentwicklung sehr schnell ein. Es entstanden in allen österreichischen Bundesländern Wasserkraftgesellschaften unter Führung und weitgehender finanzieller Beteiligung der Länder. So wurde der Ausbau der österreichischen Wasserkräfte im letzten Jahrzehnt im wesentlichen durch diese Gesellschaften durchgeführt und ist auch gegenwärtig noch nicht zum Stillstand gelangt. Trotz dieser an sich günstigen Entwicklung muss festgestellt werden, dass die Ergebnisse der Elektrizitätsförderung wesentlich grösser hätten sein können, wenn eine stärkere Systematik die sämtlichen Massnahmen durchzogen hätte. So stellt die Regierungsvorlage fest, dass bisher vor allem eine Zusammenfassung der sich in den einzelnen Bundesländern mehr oder weniger unabhängig von einander entwickelnden Elektrizitätswirtschaft fehlt sowie die planmässige Rücksichtnahme auf die Kraftquellen und den Bedarf innerhalb des eigenen Landes.

Der Aufbau der gesetzlichen Bestimmungen in Oesterreich hat sich von dem Standpunkt der Plan- und Verbundwirtschaft leiten lassen. Die österreichische Regierung beschliesst daher nicht, einen Eingriff in die Entwicklung der Elektrizitätswirt-

schaft" im Sinne der Uebernahme der Elektrizitätswirtschaft durch die Staatshoheit zu vollziehen, weder in der Form des englischen Systems noch in der Form des tschechoslowakischen bezw. schwedischen Systems, indem der Bund oder die Länder die Elektrizitätsversorgung selbst ganz oder teilweise in die Hand genommen hätten. Die österreichische Bundesregierung lehnt aber auch eine solche gesetzliche Vorschrift als ungeeignet ab, die die Aufstellung von Elektrizitätswirtschaftsplänen verfügt: Sie begründet ihre Ablehnung mit wirtschaftlichen Ueberlegungen und hält grundsätzlich Elektrizitätswirtschaftspläne nur dann für wertvoll, wenn sie nicht eine strenge Bindung der Privatwirtschaft an die Pläne mit sich bringt, sondern lediglich ein Programm darstellt, zu dessen Durchführung sich die einzelnen Unternehmen verpflichten müssen. Die Auffassung der österreichischen Bundesregierung geht dahin, dass die Elektrizitätswirtschaft in Oesterreich aller Voraussicht nach eine Entwicklung nehmen muss, die zwangsläufig immer mehr zu einer Plan- und Verbundwirtschaft führt, ohne dass die nach dem bisherigen Rechtszustand von gesetzlichen Vorschriften mehr oder minder freie Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft durch die Staatshoheit mehr als bisher beeinflusst werden müsste.

Der erste Abschnitt der österreichischen Regierungsvorlage beschäftigt sich mit den Stromlieferungsunternehmungen, die als Unternehmungen zur Erzeugung oder Lieferung elektrischer Energie zum Zwecke der entgeltlichen Abgabe an andere charakterisiert sind. Als Eigenanlagen gelten Anlagen zur Erzeugung oder Leitung elektrischer Energie für den Eigenbedarf des Inhabers. Als eine solche ist eine Anlage zur Erzeugung oder Leitung elektrischer Energie für den Eigenbedarf des Inhabers auch dann aufzufassen, wenn überschüssiger Strom an andere entgeltlich abgegeben wird und der Anschlusswert hierfür 20 kW oder bei eigenem höherem Anschlusswert 10% der Gesamtleistung aller elektrischer Maschinen der Anlage nicht übersteigt.

Der Betrieb von Stromlieferungsunternehmungen sowie die entgeltliche Abgabe elektrischer Energie aus eigenen Anlagen, die nicht gewerbliche Betriebsanlagen sind, unterliegen nicht den Bestimmungen der Gewerbeordnung.

Die Bewilligung kann sowohl für die unmittelbare Versorgung eines örtlich umschriebenen Gebietes aus einer oder mehreren Erzeugungsanlagen oder Uebertragungsleitungen erfolgen wie auch für die Lieferung elektrischer Energie aus einer oder mehreren Erzeugungsanlagen oder Uebertragungsleitungen in andere Uebertragungsleitungen oder Verbindungsnetze.

Für die Erteilung der Bewilligung zur unmittelbaren Versorgung eines örtlich umschriebenen Gebietes ist der Bedarf des Gebietes massgebend, zu dessen Stromversorgung die Anlagen dienen sollen. Eine solche Bewilligung darf wegen mangelnden Bedarfes eines Gebietes nur dann verweigert werden, wenn diese Versorgung durch andere Stromlieferungsunternehmungen binnen angemessener Zeit und zu angemessenen Bedingungen gesichert erscheint. Bei Erteilung einer Bewilligung ist eine angemessene Frist anzusetzen, binnen deren der Betrieb aufgenommen werden muss, wobei auch ein allgemeiner Ausbau vorgesehen werden kann. Diese Frist darf nicht kürzer als 6 Monate sein. Die Bewilligung kann insoweit zurückgezogen werden, als der Betrieb ohne zureichenden Grund nicht innerhalb dieser Frist aufgenommen oder später durch mindestens 6 Monate ausgesetzt wird. Die Bewilligung wird von der Landesregierung erteilt.

Die „öffentlichen Pflichten" haben für Stromlieferungsunternehmungen folgende Verpflichtungen vorgesehen:

a) Stromlieferungsunternehmungen, die eine Bewilligung für die unmittelbare Versorgung eines örtlich umschriebenen Gebietes aus einer oder mehreren Erzeugungsanlagen oder Uebertragungsleitungen besitzen, dürfen innerhalb ihres Versorgungsgebietes nach Massgabe der Leistungsfähigkeit ihrer Anlage niemandem die Stromabgabe nach ihren allgemeinen Abgabebedingungen verweigern. Diese Bedingung gilt jedoch nicht für die Stromabgabe, die sie zur Spitzendeckung oder Aushilfe leisten sollen.

b) Solche Stromlieferungsunternehmungen sind auch verpflichtet, soweit für sie die eben charakterisierte Lieferungspflicht besteht, zum Zwecke der Stromlieferung Anschlüsse in einem Ortsvertei-

lungsnetz innerhalb ihres Versorgungsgebietes herzustellen. Macht hierbei der Anschluss an das Ortsverteilungsnetz eine Erweiterung der Leitungs-, Schalt-, Umspann- oder Umformeranlagen notwendig, so kann die Stromlieferungsunternehmung die Ausführung von einem angemessenen Kostenbeitrag des Stromabnehmers und der Sicherstellung einer Mindestabnahme abhängig machen.

c) Der Betrieb von Stromlieferungsunternehmungen darf nicht willkürlich unterbrochen oder eingestellt werden. Betriebsstörungen sind raschestens zu beheben.

d) Stromlieferungsunternehmungen dürfen die Lieferung von Elektrizität nicht davon abhängig machen, dass die Ausführung der Installationsarbeiten oder die Lieferung von Leitungsmaterialien oder Verbrauchseinrichtungen für die anzuschliessenden Anlagen ihnen selbst oder einer bezeichneten dritten Person vorbehalten bleibt oder dass nur bestimmte, im freien Handel nicht erhältliche Installationsmaterialien oder Verbrauchseinrichtungen verwandt werden. Diese Verpflichtung bezieht sich nicht auf die Verwendung von elektrischen Zählern und auf besondere Einrichtungen zur Erreichung eines unstatthaften Mehrbezuges bei der Stromabgabe nach Pauschaltarifen.

Der 2. Abschnitt des österreichischen Elektrizitätsgesetzes regelt das Starkstromwegerecht, soweit sich die Leitungsanlagen nicht auf zwei oder mehrere Länder erstrecken. In diesem Fall können an öffentlichen Strassen und Wegen und an sonstigem öffentlichen Gut sowie an unverbauten, im Privateigentum stehenden Grundstücken einschliesslich der Privatgewässer Leitungsrechte in Anspruch genommen werden, sofern hierdurch der bestimmungsgemässe Gebrauch der zu benutzenden Liegenschaft nicht dauernd behindert wird und überwiegende öffentliche Rücksichten nicht im Wege stehen. Für Starkstromleitungen, die der öffentlichen Beleuchtung dienen, kann Leitungsrecht auch an bebauten Grundstücken in Anspruch genommen werden.

Für Starkstromanlagen des Bundes, der Länder, der Bezirke und Gemeinden sowie gemeinwirtschaftlicher Anstalten, kann das Recht der Enteignung gegenüber im Privateigentum stehenden Grundstücken und Gebäuden in Anspruch genommen werden. Dasselbe gilt für besondere Starkstromanlagen, die wegen ihrer volkswirtschaftlichen Bedeutung als gemeinnützig anerkannt wurden. Die Enteignung kann erfolgen für die Leitungsanlage samt Zubehör einschliesslich der Umformer- und Schaltanlagen, wenn und insoweit für diese Einrichtungen die Erhaltung an einem bestimmten Ort aus zwingenden technischen Gründen oder mit Rücksicht auf die unverhältnismässigen Kosten ihrer Verlegung geboten ist, wenn für die Stromerzeugungsstätte diese aus Gründen zweckentsprechender Ausnützung einer Wasserkraft oder sonstigen Energiequelle oder aus anderen zwingenden technisch-wirtschaftlichen Rücksichten an eine bestimmte Baustelle gebunden erscheint. Sofern für die Herstellung der Stromerzeugungsstätte ein Anspruch auf das Eigentum nach dem Wasserrechtsgesetz zusteht, bleiben auch diese einschlägigen Bestimmungen massgebend.

Aus Gründen der Rationalisierung sind dann im Rahmen des 2. Teiles des österreichischen Elektrizitätsgesetzes bestimmte grundsätzliche Vorschriften erlassen, die sich mit der Normalisierung und Typisierung elektrischer Anlagen befassen. Es wird grundsätzlich bestimmt, dass bei der Errichtung neuer und bei durchgreifenden Aenderungen bestehender Starkstromanlagen soweit als möglich die technische Einheitlichkeit der elektrischen Einrichtungen innerhalb des Bundesgebietes hinsichtlich Stromart, Periodenzahl und Spannung, letztere abgestuft nach der Zweckbestimmung der Leitungen, herzustellen ist. Der Bundesminister für Handel und Verkehr kann zu diesem Zweck durch Verordnung Vorschriften erlassen oder die vom Elektrotechnischen Verein in Wien oder einer anderen fachlichen Stelle ausgearbeiteten Vorschläge, gegebenenfalls nach erfolgter Abänderung oder Ergänzung, durch Verordnung mit der Wirkung als massgebend erklären, dass die Genehmigung der Starkstromabgabe nach diesen Normen zu erfolgen hätte, sofern im einzelnen Fall nicht aus triftigen Gründen Abweichungen gestattet werden.

In engem Zusammenhang hiermit stehen die Sicherheitsvorschriften, die im Elektrizitätsgesetz grundsätzlich umschrieben werden und später auf dem Verordnungswege zu erlassen sind. Hierhin gehören allgemeine technische Vorschriften für die Errichtung, Instandhaltung und den Betrieb von Starkstromanlagen, sowie für die Einrichtung von Anlagen und Herstellung von Gegenständen, die an solche

angeschlossen werden, ferner bei elektrischen Anlagen im gegenseitigen Einflussbereich einschliesslich der unter Aufsicht des Bundes stehenden Telegraphenvorschriften zur Wahrung der Sicherheit, insbesondere auch des ungestörten Betriebes der Anlagen sowie Vorschriften über die Verpflichtung zur Beistellung eines befähigten, der Behörde verantwortlichen Betriebsleiters und die Voraussetzungen, denen das Wartepersonal für Starkstromanlagen zu entsprechen hat. Der Bundesminister für Handel und Verkehr kann auch die vom Elektrotechnischen Verein in Wien oder einer anderen fachlichen Stelle herausgegebenen Sicherheitsvorschriften für elektrische Starkstromanlagen ganz oder teilweise, gegebenenfalls nach Abänderung oder Ergänzung durch Verordnung mit der Wirkung massgebend erklären, dass die Genehmigung von Starkstromanlagen nach diesen Vorschriften zu erfolgen hat, sofern im einzelnen Falle nicht aus triftigen Gründen Abweichungen gestattet werden. Abgesehen von diesen grundsätzlichen Bestimmungen beschäftigen sich dann die Sicherheitsvorschriften noch mit besonderen Einzelheiten. Der Bundesverwaltung steht das Recht zu, alle elektrischen Starkstromanlagen hinsichtlich der Einhaltung der Vorschriften über Normalisierung und Typisierung elektrischer Anlagen sowie in sicherheitlicher Beziehung jederzeit zu überwachen.

Die Errichtung, Aenderung und Erweiterung von Starkstromanlagen bedarf einer Genehmigung, für die, soweit es sich nicht um gewerbliche Betriebsanlagen oder Teile von solchen handelt, die nach den Bestimmungen der Gewerbeordnung zuständigen Behörden zuständig sind. Handelt es sich um andere Starkstromanlagen, so sind für die Erteilung der Genehmigung die politischen Bezirksbehörden, der Landeshauptmann oder das Bundesministerium für Handel und Verkehr verantwortlich.

Durch besondere Bestimmungen ist das Starkstromwegerecht geregelt, soweit sich die Leitungsanlagen über zwei oder mehrere Bundesländer erstrecken. Es würde sich also in diesem Fall um solche Leitungsanlagen handeln, die auf dem Weg von der Stromerzeugungsquelle oder dem Anschluss an eine bereits bestehende, genehmigte Leitungsanlage bis zu den Verbrauchs- oder Speisepunkten, bei denen die Leitungsanlage nach dem Projekt endet, eine Grenze eines Bundeslandes überqueren. Für Leitungsanlagen kann in solchem Fall an öffentlichen Strassen und Wegen und an sonstigem öffentlichen Gute sowie an unverbauten im Privateigentum stehenden Grundstücken einschliesslich der Privatgewässer Leitungsrecht in Anspruch genommen werden, sofern hierdurch der bestimmungsgemässe Gebrauch der einzelnen Liegenschaften nicht dauernd behindert wird und überwiegende öffentliche Rücksichten nicht im Wege stehen.

Die Leitungsrechte setzen sich aus folgenden Einzelrechtsmöglichkeiten zusammen:

a) zur Führung und Erhaltung von Leitungen im Luftraum und unter der Erde,

b) zur Anbringung und Erhaltung von Leitungsstützpunkten, Schalt- und Umspannanlagen, sonstigen Leitungsobjekten und anderem Zubehör,

c) zum Betrieb der unter *a)* und *b)* angeführten Anlagen,

d) zur Ausästung, worunter in diesem Gesetz auch die Beseitigung hinderlicher Baumpflanzungen, das Fällen einzelner Bäume verstanden wird, sowie zur Vornahme von Durchschlägen durch Waldungen.

Die Leitungsrechte gehen samt den mit ihnen verbundenen Verpflichtungen kraft Gesetz auf den jeweiligen Eigentümer der Starkstromanlage über, für die sie eingeräumt worden sind. Sie sind gegen jeden Besitzer des in Anspruch genommenen öffentlichen Gutes oder Privateigentums wirksam. Auch steht einem Wechsel des Besitzes nach ordnungsmässiger Ladung zur umgehenden Verhandlung der Wirksamkeit des ein Leitungsrecht einräumenden Bescheides nichts im Weg. Die Leitungsrechte bilden keinen Gegenstand grundbücherlicher Eintragung, sie verlieren ihre Wirksamkeit gleichzeitig mit dem Erlöschen der Genehmigung, in welchem Fall der Leitungsberechtigte den früheren Zustand auf seine Kosten herzustellen hat.

Auch für die Starkstromleitungen des Bundes, der Länder, der Bezirke, der Gemeinden und der gemein-wirtschaftlichen Anstalten, die sich über zwei oder

mehrere Bundesländer erstrecken, kann das Recht der Enteignung im Privateigentum stehender Grundstücke und Gebäude in Anspruch genommen werden. Dies gilt für Starkstromleitungen und Eigenanlagen, die wegen ihrer volkswirtschaftlichen Bedeutung vom Bundesminister für Handel und Verkehr als gemeinnützig anerkannt werden. Die Enteignung kann für die Leitungsanlagen samt Zubehör einschliesslich der Umspann-, Umformer- und Schaltanlagen erfolgen, wenn und insoweit für diese eine wichtige und dauernde Erhaltung an einem bestimmten Ort aus zwingenden technischen Gründen oder mit Rücksicht auf die unverhältnismässigen Kosten ihrer Verlegung geboten ist.

Die Einführung einer besonderen Statistik, die die Stromlieferungsunternehmungen und die Inhaber von elektrischen Anlagen zu führen haben, sowie die Voraussetzungen für die Schaffung eines Elektrizitätsbuches sind an Sonderbestimmungen, Verordnungen bzw. Bundesgesetze geknüpft, die für diesen Zweck nähere Einzelheiten zu bestimmen hätten.

Von allgemeiner grundsätzlicher Bedeutung ist der 5. Abschnitt des 2. Teiles des österreichischen Elektrizitätsgesetzes, der sich mit dem Austausch elektrischer Energien mit dem Auslande beschäftigt. Danach unterliegt die Ein- und Ausfuhr elektrischer Energie, soweit es sich nicht lediglich um Stromlieferungen zum Zweck der gegenseitigen Aushilfe in Ausnahmefällen handelt, einer besonderen Bewilligung, die nur erteilt werden kann, wenn das öffentliche Interesse durch die angesuchte Ein- oder Ausfuhr nicht beeinträchtigt wird. Diese Bewilligung wird für eine bestimmte Höchstleistung, eine bestimmte Energiemenge, eine bestimmte Dauer und gegebenenfalls unter besonderen, im Einzelfalle erforderlichen, im Bewilligungsbescheid festzulegenden Bedingungen erteilt.

Die Bewilligung zur Ausfuhr elektrischer Energie darf jedoch bei Erfüllung nachstehender Voraussetzungen zu den ausgemachten Bedingungen nicht verweigert werden:

a) wenn und insoweit die infolge der Ausfuhr notwendige Errichtung oder Erweiterung von Erzeugungs- oder Verteilungsanlagen durch inländische Unternehmungen und die Beschaffung der Maschinen und sonstigen Betriebseinrichtungen im Inlande gesichert ist. Diese Bedingung entfällt, wenn und insoweit diese betreffenden Werkvorrichtungen im Inlande überhaupt nicht oder nicht in der erforderlichen Güte hergestellt oder nur zu erheblich höheren Preisen geliefert werden und schliesslich auch, wenn diese Werkvorrichtungen den sonstigen gegenüber nur einen geringfügigen Wert besitzen,

b) wenn bei der Unternehmung, die die Ausfuhr direkt oder indirekt tätigt, soweit sie Aktiengesellschaft oder Gesellschaft mit beschränker Haftung ist, gemäss ihren Satzungen (ihrem Gesellschaftsvertrag) die Mehrheit des Vorstandes (Verwaltungs- oder Aufsichtsrates, Geschäftsführer oder dergl.) sowie die leitenden Beamten die österreichische Bundesbürgerschaft besitzen. Diese Unternehmungen müssen ferner ihren Sitz in Oesterreich haben. Es muss ausserdem dafür Vorsorge getroffen sein, dass für die Dauer der Ausfuhr inländisches Kapital in einer dem heimischen Interesse genügenden Menge am Stamm- (Grund-) Kapital der Unternehmung beteiligt ist und einen massgebenden Einfluss auf die Geschäftsführung der Unternehmung besitzt,

c) wenn die Dauer des Lieferungsvertrages die in Oesterreich jeweils übliche Laufzeit von Schuldverschreibungen, die von derartigen Unternehmungen ausgegeben werden, höchstens aber 25 Jahre, nicht übersteigt.

Wenn es sich um eine Energiemenge handelt, die im Verhältnis zu dem Gesamtbedarf des Landes der Menge nach oder infolge ihres Wertes als Spitzen- oder Speicherkraft für die inländische Energiewirtschaft von besonderer Bedeutung ist, kann die Bewilligung der Ausfuhr auch dann, wenn im übrigen die Bedingungen der Bewilligungsvoraussetzungen erfüllt sind, entweder ganz oder teilweise versagt oder nur unter entsprechenden Beschränkungen und Bedingungen erteilt werden, sobald und insoweit die Abgabe dieser Energie im Inlande unter den der Rentabilität der Stromabgabe entsprechenden Bedingungen gesichert ist.

Die Erteilung der Bewilligung erfolgt durch den Bundesminister für Handel und Verkehr im Einvernehmen mit den Bundesministern für Land- und Forstwirtschaft und für Finanzen. Vor jeder Bewilligung der Aus- oder Einfuhr elektrischer Energie ist die Regierung des Landes anzuhören, in dem der auszuführende Strom erzeugt wird oder der einzuführende Strom verbraucht werden soll. Die näheren Vorschriften über die Art der Einbringung und die Behandlung eines Ansuchens um

die Bewilligung der Aus- oder Einfuhr werden durch Verordnung des Bundesministers für Handel und Verkehr im Einvernehmen mit den Bundesministern für Land- und Forstwirtschaft und für Finanzen erlassen.

Der 6. Abschnitt des 2. Teiles des österreichischen Elektrizitätsgesetzes behandelt die Grundlagen, nach denen der Elektrizitätsbeirat gewählt werden soll, der die Bundesregierung in Angelegenheiten des Elektrizitätswesens zu beraten hat. Er soll berufen sein, auf Aufforderung des Bundesministers für Handel und Verkehr Gutachten abzugeben vor Erlassung allgemeiner Bestimmungen auf dem Gebiete des Elektrizitätswesens und von Durchführungsvorschriften auf Grund dieses Gesetzes sowie in anderen allgemeinen Angelegenheiten des Elektrizitätswesens, insbesondere wenn sie die Interessen mehrerer Bundesländer berühren.

Der Elektrizitätsbeirat besteht aus Vertretern der Elektrizitätswirtschaft, bei deren Auswahl auf die Vertrautheit mit den Verhältnissen der einzelnen Bundesländer Rücksicht zu nehmen ist, sowie aus Vertretern, die von den Kammertagen der Kammern für Handel, Gewerbe und Industrie, für Arbeiter und Angestellte und von der Präsidentenkonferenz der land- und forstwirtschaftlichen Hauptkörperschaften namhaft gemacht werden, und Fachleuten auf dem Gebiete der Elektrotechnik. Die Gesamtzahl der Mitglieder des Elektrizitätsbeirates darf 25 nicht überschreiten.

Die kommenden parlamentarischen Verhandlungen werden entscheidend sein für die Behandlung des Elektrizitätswesens in Oesterreich überhaupt und die Gestaltung der gesetzlichen Bestimmungen für die Elektrizitätswirtschaft. Sie werden aber gleichzeitig die Entscheidung darüber bringen, ob und in welcher Form sich der Aufschwung der österreichischen Elektrizitätswirtschaft in der Praxis vollziehen wird.

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Limmatwerk Wettingen.

621.312.134(494)

Die Verhandlungen zwischen der Stadt Zürich und den Kantonen Aargau und Zürich über das Limmatwerk Wettingen sind soweit abgeschlossen, dass die Konzession zum Bau des Werkes der Stadt Zürich erteilt und dem Grossen Stadtrat zur Genehmigung vorgelegt werden konnte.

Die Konzession sieht die Ausnützung des Gefälles der Limmat von 200 m unterhalb der Strassenbrücke Dietikon-Weiningen bis 100 m oberhalb der unteren Eisenbahnbrücke Wettingen vor, wobei der Ausbau des Werkes so zu erfolgen hat, dass eine Wassermenge bis zu 120 m³/sec verwertet werden kann.

Für die Ausnützung dieser Wasserkraft ist die Errichtung folgender Bauwerke in Aussicht genommen:

a) ein Stauwehr in der Limmat bei der oberen Eisenbahnbrücke Wettingen mit konstantem Stau auf Kote 380,24;

b) ein Maschinen- und Schalthaus am gleichen Ort;

c) ein Unterwasserstollen mit Ausmündung gegenüber dem Wasserwerk der Spinnerei und Weberei Wettingen;

d) eine Vertiefung des Limmatbettes vom Auslauf des Unterwasserstollens bis 100 m oberhalb der unteren Eisenbahnbrücke Wettingen.

Der Beliehenen erwächst die Pflicht zum Unterhalt der Ufer, Dämme und Sohlen der Gewässer in dem in Betracht fallenden Gebiet; ferner sind ihr u. a. die durch den Bau notwendig werdenden Korrektionen an Strassen und Brücken, ferner die Erstellung von Schiffahrtseinrichtungen überbunden worden.

Für die Ausführung des Werkes werden folgende, je mit dem Inkrafttreten der Verleihung beginnende Fristen gewährt: fünf Jahre für den Beginn der Bauarbeiten und acht Jahre für die Vollendung des vollen Ausbaues auf 120 m³/sec. Die Möglichkeit der Verlängerung der Fristen bei Eintreten von höherer Gewalt ist vorgesehen.

In der *Verwendung* der im Limmatwerk Wettingen *erzeugten Energie* ist die Beliehene frei, mit der Einschränkung, dass im Kanton Aargau Strom nur mit Zustimmung des aargauischen Regierungsrates abgegeben werden darf. Im Kanton Zürich ist der Abgrenzungsvertrag mit den Elektrizitätswerken des Kantons Zürich vorbehalten.

Die von der Stadt Zürich nutzbar gemachten Wasserkräfte der Limmat stehen mit 19,3 % dem Kanton Zürich und mit 80,7 % dem Kanton Aargau zu. Die Beliehene hat an die Verleihungsbehörden die erwachsenen Kosten der Verleihung sowie eine einmalige Konzessionsgebühr von Fr. 130 000 zu entrichten, wovon Fr. 105 000 dem Kanton Aargau und Fr. 25 000 dem Kanton Zürich zufallen. Vom Jahre 1942 an hat die Stadt den gesetzlichen Wasserzins für den Ausbau auf 120 m³/sec zu entrichten; bis zu diesem Zeitpunkte wird ein niedrigerer,

aber Jahr um Jahr ansteigender Wasserzins berechnet.

Die Konzession wird auf die Dauer von 80 Jahren erteilt. Die Möglichkeit der Verlängerung nach Ablauf dieser Zeit ist vorgesehen.

Der Energiebedarf der Stadt Zürich hat in einem Masse zugenommen, dass die Schaffung neuer Energiequellen zum dringenden Bedürfnis geworden ist. Das nahe der Stadt liegende Limmatwerk Wettingen kann eine wertvolle und wirtschaftliche Ergänzung der Energieerzeugungsanlagen der Stadt werden.

Aus Geschäftsberichten bedeutenderer schweizerischer Elektrizitätswerke.

Bernische Kraftwerke A.-G., pro 1928.

Die Energieabgabe, welche im Vorjahre 455 Millionen kWh betrug, ist auf 488 Millionen kWh gestiegen, wovon 383,3 Millionen Eigenerzeugung und der Rest Fremdstrombezug war.

Die Maximalbelastung (Fremdstrom inbegriffen) erreichte 102 090 kW. Der Gesamtanschlusswert beträgt Ende 1928 (Wangen inbegriffen) 296 474 kW.

Von der Energieabgabe entfielen	10^6 kWh
auf Bahnen	36,8
auf Wiederverkäufer	123,2
auf Elektrochemie, Elektrothermie und industrielle Wärmeerzeugung	63,5
an die übrigen Abonnenten (inklusive Verluste in den Leitungen)	264,6
	Fr.
Die Gesamteinnahmen aus dem Licht- und Kraftbetrieb betrugen	20 764 764
Das Installations- und Materialverkaufsgeschäft brachte bei einem Umsatze von 4,47 Millionen einen Ertrag von	288 890
Die Beteiligungen bei andern Unternehmungen brachten einen Ertrag von	633 401

Die Ausgaben setzten sich wie folgt zusammen:

Fremdstrombezug	4 058 372
Betriebskosten, Verwaltung und Unterhalt	6 633 276
Steuern und Abgaben	1 202 915
Obligationenzinsen	2 441 910
Abschreibungen	2 835 934
Zuweisungen an den Erneuerungsfonds und den Tilgungsfonds	779 545
Zuweisungen an den Reservefonds	375 000
Dividende von 6 % an das Aktienkapital	3 360 000

Das Aktienkapital beträgt 56 Millionen, die Obligationenschuld Ende 1928 108129 Millionen.

Die gesamten Energieerzeugungs- und Verteilanlagen (inklusive 1,38 Millionen Warenvorräte) stehen mit Fr. 117 395 043 zu Buche, die Beteiligungen mit 43,11 Millionen. Die letztern setzen sich zusammen aus

Mill. Fr.	
30	Aktien Oberhasli,
9	Aktien Elektrizitätswerk Wangen,
1,7	Aktien Aare- und Emmenkanal,
1	Aktien Berner elektrochem. Werke,
0,8	Aktien Schweiz. Kraftübertragung,
0,413	Aktien Société de la Goule St. Imier,
0,2	Aktien Alpha A.-G. (früher Werkstätte Nidau).

Kraftwerke Oberhasli A.-G., Innertkirchen, pro 1928.

Die im letzten Geschäftsbericht ausgesprochene Hoffnung ist in Erfüllung gegangen.

Die Stollenbauten für die Wasserzuleitung von der Grimsel nach Gelmersee und von da nach der Zentrale Handeck konnten bis Ende 1928 fertiggestellt und zwei Maschinengruppen im Kraftwerk montiert werden. Ebenso ist der Rohbau der Gelmermauer beendigt und die Sperre in der Spitallamm bis etwas höher als die alte Grimselstrasse errichtet worden.

Die Verhandlungen mit dem Kanton Baselstadt haben zur Beteiligung desselben mit $^1/_6$ des Aktienkapitals geführt. Dieses beträgt heute 36 Millionen. Unter den Passiven figurieren ausserdem 18,5 Millionen Vorschuss der B. K. W. Verhandlungen zwecks weitern Beteiligungen waren Ende 1928 noch im Gange.

Gesellschaft des Aare- und Emmenkanals, Solothurn, pro 1928.

Diese Gesellschaft besitzt eine hydraulische Kraftanlage von 500 kW und eine thermische von 1500 kW. Sie bezieht den Grossteil ihrer Energie von den Bernischen Kraftwerken.

Im Berichtsjahre ist der Energieabsatz auf 79,1 Millionen kWh gestiegen, wobei zu bemerken ist, dass die Abgabe an inkonstanter Energie an die Cellulosefabrik Attisholz um 6 Millionen zurückgegangen ist, dafür aber die Abgabe an die übrige Kundschaft um 8,9 Millionen zugenommen hat. Diese Zunahme ist zum grossen Teil einer stark vermehrten Abgabe an Strom zum Kochen und zur Heisswasserbereitung zuzuschreiben. Die momentane Höchstbelastung betrug im Winter 14 015 kW, im Sommerhalbjahr 16 564 kW.

Der Bruttoertrag und die Betriebskosten sind aus dem Geschäftsbericht nicht ersichtlich. Der Reinertrag aus dem Energiegeschäft betrug Fr. 689 672, derjenige aus dem Installationsgeschäft Fr. 71 462. Die Passivzinsen betrugen Fr. 162 863. Zu Abschreibungen und Einlagen in den Erneuerungsfonds und den Reservefonds wurden Fr. 461 844 verwendet. Das Aktienkapital von 2,5 Millionen erhält eine Dividende von 6 %. Die Gesamtanlagen, inklusive Zähler- und Messeinrichtung, stehen mit 5,12 Millionen zu Buche.

Zwischen den Bernischen Kraftwerken, dem Elektrizitätswerk Olten-Aarburg und der Gesellschaft des Aare- und Emmenkanals hat eine Verständigung stattgefunden, wonach 1. die beiden Energieproduzenten in Zukunft im Kanton Solothurn an gleichartige Abonnenten gleichwertige Tarife anwenden, 2. die B. K. W. 850 Aktien zu Fr. 1000 (die Hälfte ihres heutigen Besitzes) gegen einen gleichwertigen Posten Aktien des E. W. Olten-Aarburg umtauschen und 3. die Energielieferung an die Gesellschaft des Aare- und Emmenkanals ab 1. April 1932 zur Hälfte vom E. W. Olten-Aarburg übernommen wird und zur Hälfte den B. K. W. verbleibt.

Unverbindliche mittlere Marktpreise je am 15. eines Monats.

Prix moyens (sans garantie) le 15 du mois.

		April avril	Vormonat Mois précédent	Vorjahr Année précédente
Kupfer (Wire bars) *Cuivre (Wire bars)*	Lst./1016 kg	91/—	91/10/—	61/13/2
Banka-Zinn . . . *Etain (Banka)* . .	Lst./1016 kg	208/6/3	224/—	232/1
Zink . . . . . . *Zinc*	Lst./1016 kg	26/13/9	26/7/6	24/16/3
Blei . . . . *Plomb*	Lst./1016 kg	24/10	23/5	20/—
Formeisen . . . *Fers profilés* . . .	Schw. Fr./t	128.—	128.—	125.—
Stabeisen . . . . *Fers barres* . . .	Schw. Fr./t	159.—	159.—	137.—
Ruhrnuss-kohlen *Charbon de la Ruhr* II 30/50	Schw. Fr./t	46.50	46.50	42.50
Saarnuss-kohlen *Charbon de la Saar* I 35/50	Schw. Fr./t	45.—	45.—	42.—
Belg. Anthrazit . . *Anthracite belge* .	Schw. Fr./t	70.—	70.—	70.—
Unionbrikets . . . *Briquettes (Union)* .	Schw. Fr./t	38.—	38.—	38.—
Dieselmotorenöl (bei Bezug in Zisternen) . . . . *Huile pour moteurs Diesel (en wagon-citerne)*	Schw. Fr./t	106.—	103.—	107.50
Benzin *Benzine* (0,720) .	Schw. Fr./t	275.—	265.—	246.—
Rohgummi . . . . *Caoutchouc brut* .	sh/lb	0/11	1/0 5/8	1/1
Indexziffer des Eidgenössischen Arbeitsamtes (pro 1914=100) . . . *Nombre index de l'office fédéral (pour 1914=100)*		161	161	162

Bei den Angaben in engl. Währung verstehen sich die Preise f. o. b. London, bei denjenigen in Schweizerwährung franko Schweizergrenze (unverzollt).

Les prix exprimés en valeurs anglaises s'entendent f. o. b. Londres, ceux exprimés en francs suisses, franco frontière (sans frais de douane).

Miscellanea.

Conférence internationale des Grands Réseaux électriques à haute tension. La 5e *session de la Conférence internationale des Grands Réseaux électriques à haute tension* aura lieu à Paris du 6 au 15 juin 1929. Nous rappelons que le programme permanent de la Conférence se subdivise en 3 sections:

1° Production et transformation de l'énergie.
2° Construction et isolation des lignes.
3° Exploitation technique, sécurité et protection.

Chacune de ces sections embrasse à son tour un certain nombre de subdivisions, ainsi:

1° Production et transformation de l'énergie:

A. Matériel des grandes centrales et des postes de transformation.
B. Marche en parallèle des centrales.
C. Répartition des charges entre les usines.
D. Caractéristiques des centrales de secours.
E. Sous-stations à l'air libre.

2° Construction et isolation des lignes:

F. Relation entre la tension, la longueur d'une ligne et la puissance à transporter.
G. Tracé des lignes.
H. Pylônes.
I. Isolateurs.
J. Conducteurs.
K. Liaison des câbles souterrains et des lignes aériennes.
L. Détermination expérimentale des constantes électriques.
M. Lignes souterraines et sous-marines.

3° Exploitation technique, sécurité et protection:

N. Choix des tensions de transport. Normalisation des gammes de tension.
O. Régulation (tension, fréquence, déphasage, changements brusques de débit).
P. Surintensités (bobines d'inductance, relais, extinction d'arcs).
Q. Surtensions (atmosphériques, internes, mise à la terre, etc.).
R. Surveillance (contrôle, avaries, mise hors-circuit).
S. Mesure de l'énergie à très haute tension.
T. Communications téléphoniques ou télégraphiques avec ou sans fil.
U. Réglementations techniques administratives. Leur internationalisation.

Le programme spécial de la session 1929 n'est pas encore définitivement arrêté à l'heure qu'il est, mais nous pouvons annoncer d'ores et déjà les rapports suivants, qui seront présentés par des ingénieurs suisses:

1° *Rutgers:* Représentation graphique simple de la puissance active et réactive dans les diagrammes vectoriels.
2° *Habich:* Mesures effectuées et expériences réalisées en cours d'exploitation sur le réseau à 132 kV des chemins de fer fédéraux suisses.
3° *Puppikofer:* Mise en marche et couplage en parallèle des alternateurs dans les centrales automatiques.
4° *Kopeliovitch:* L'Ohmmètre comme relai sélectif.
5° *Kopeliovitch:* Contribution au problème des interrupteurs dans l'huile. Confirmation

expérimentale de la théorie du piston d'huile.

6° *Walty:* Commande à distance des stations génératrices et de distribution d'énergie électrique.

7° *Sulzberger-Jobin:* Calcul des pylônes à la torsion.

8° *Comité suisse des Interrupteurs dans l'huile:* Enquête internationale sur les Interrupteurs dans l'huile. Suggestions pour l'élaboration de règles d'unification concernant la définition des caractéristiques principales des interrupteurs dans l'huile.

Outre la délégation officielle de l'A. S. E., dont font partie MM. Perrochet, président, Bauer, Dutoit, Thut et Bourquin, secrétaire [1]), un certain nombre d'ingénieurs suisses représenteront notre pays à la Session de juin à Paris. Nous rappelons aux intéressés qui ont l'intention de se joindre à eux que la limite des inscriptions est fixée au *1[er] mai 1929* et que le droit d'inscription est de 250 francs (français) par personne.

[1]) Voir Annuaire de l'A. S. E. 1929, page 5.

Literatur. — Bibliographie.

AEF. Verhandlungen des Ausschusses für Einheiten und Formelgrössen in den Jahren 1907 bis 1927. Herausgegeben im Auftrage des AEF von *J. Wallot.* 48 Seiten, Format A 4, 14 Abbildungen. Verlag Julius Springer, Berlin, 1928. Preis RM. 5.—.

Der Titel ist etwas irreführend, denn es wird nicht über Verhandlungen berichtet, sondern es werden lediglich die Beschlüsse des AEF (Ausschuss für Einheiten und Formelgrössen) als «Sätze» und die für die Beschlüsse wegleitenden Ueberlegungen in der Form von «Erläuterungen» mitgeteilt.

Zuerst wird die Satzung des AEF bekannt gegeben. Das Verzeichnis der beteiligten Vereine weist 17 deutsche, 2 österreichische und den Schweizerischen Elektrotechnischen Verein auf. Es folgen dann Verzeichnisse der von diesen Vereinen ernannten ordentlichen sowie der korrespondierenden und ausserordentlichen Mitglieder des Ausschusses. Die endgültig bestimmten «Zeichen» sind in den je mit Erläuterungen versehenen Listen: Formelzeichen, Einheitszeichen und mathematische Zeichen zusammengestellt. Darauf folgen, ebenfalls je mit Erläuterungen, die festgelegten «Sätze»: Mechanisches Wärmeäquivalent; Leitfähigkeit und Leitwert; Temperaturbezeichnungen; Einheit von Leistung, Spannung, Potential, Potentialdifferenz und elektromotorischer Kraft; Durchflutung und Strombelag; Normaltemperatur; Feld und Fluss; Masse und Gewicht; Vektorzeichen; Drehung, Schraubung, Winkel, rechts- und linkswendiges Koordinatensystem; Valenzladung; Gehalt von Lösungen [1]). Es folgen hierauf die noch nicht zu «Sätzen» gereiften, noch zur Diskussion stehenden «Entwürfe»: Wechselstromgrössen; Arbeit und Energie; magnetischer Schwund; Dichte und Wichte; Richtleistung; Schreibweise physikalischer Gleichungen. Zum Schlusse folgt noch eine Aufzählung der «Aufgaben», denen sich der AEF widmet, die aber noch nicht die Gestalt von «Entwürfen» oder «Sätzen» gewonnen haben [2]).

Druck und Ausstattung des Heftes sind gut, wie beim Verlage Julius Springer, Berlin, gewohnt.

[1]) Die Zeichen und Sätze sind alle als DIN-Normblätter erschienen.

[2]) Seit dem Erscheinen des Heftes ist eine dieser Aufgaben, die Einheit der Frequenz zum Entwurf fortgeschritten, indem der Name Hertz (Symbol: Hz) dafür in Vorschlag gebracht wird, Näheres s. ETZ 1929, No. 1, S. 36.

Auffallend ist die auf S. 16 in den Erläuterungen zu den Einheitszeichen in einer Anmerkung enthaltene Angabe, dass die Einheit Joule französisch auszusprechen sei. In der Schweiz wird wohl überall die englische Aussprache gelehrt. Unentschieden ist noch immer, wie das Symbol der Einheit Kilogramm-Kraft (technisches Maßsystem) vom Symbol der Einheit Kilogramm-Masse (CGS-System) unterschieden werden soll. Ueber den neuen, im Jahre 1927 in Bellagio an die Commission Electrotechnique Internationale (C. E. I.) gerichteten französischen Vorschlag [3]), für die Technik das Meter-Tonnen-Sekunden-System einzuführen, das für die Kraft die Einheit 10^8 Dyn = 1 Stèhne (Symbol: sn) aufweist, die der Masse 1 t in der Zeit 1 s die Beschleunigung 1 m/s^2 erteilt, hat sich offenbar der AEF noch nicht geäussert.

Im Satze: Einheit der Leistung, ist auf S. 21 für die Umrechnung von Leistungsangaben aus Pferdestärken in Kilowatt die Zahl 0,735 angegeben, womit die auf Rechenschiebern usw. genannte Zahl 0,736 ungültig wird.

In dem Satze über Spannung, Potential, Potentialdifferenz und elektromotorische Kraft ist zwar die Klemmenspannung nicht enthalten, dafür wird dieser äusserst wichtige Begriff auf S. 24 unter den zugehörigen Erläuterungen am Beispiel einer Batterie unter Zugrundelegung der im Satz über die Spannung gemachten Festsetzungen präzisiert.

Im Satze: Vektorzeichen, auf S. 29, ist die bekannte und in der deutschsprachigen Literatur üblich gewordene Bezeichnung von Vektoren durch Fraktur- (deutsche) Buchstaben vorgeschrieben. Eine internationale Verständigung mit fremdsprachigen Ländern dürfte dabei allerdings auf Schwierigkeiten stossen. In besonderen Fällen kann ein Vektor durch Ueberstreichen des betreffenden Buchstabens bezeichnet werden. Da im Entwurf über Wechselstromgrössen auf S. 37 dieses Ueberstreichen zur Unterscheidung des Maximalwertes vom Effektivwert bei sinusförmigem Wechselstrom verwendet wird, ergibt sich die Möglichkeit von Verwechslungen. Die heute noch in der elektrotechnischen Literatur ziemlich verbreitete Sitte, die Vektoren der Diagramme durch Darübersetzen eines Punktes zu bezeichnen, ist vom AEF nicht sanktioniert worden.

[3]) Näheres s. R. G. E. 1928/I. Bd, 23, No. 6 u. 9, S. 267 u. 399.

Die vorliegende Veröffentlichung ist dazu geeignet, die Früchte der dahinter stehenden, vom AEF geleisteten Arbeit allgemein zu verbreiten. Sie verdient daher höchste Anerkennung. Allen Autoren, Normalisierungsbureaux und Lehranstalten ist die Anschaffung dringend zu empfehlen. Je mehr sich jeder, der sich der technischen Sprache bedient, an die festgesetzten Vereinheitlichungen hält, desto eher kann der drohenden Gefahr begegnet werden, dass die immer mächtiger anschwellende technische und besonders elektrotechnische Literatur zu einem Turm zu Babel werde, bei dem sich die verschiedenen Arbeiter gegenseitig nicht mehr verstehen. *Max Landolt.*

Normalien und Qualitätszeichen des S. E. V.

Aenderungen zu den im Bulletin S. E. V. 1929, No. 1, publizierten Schalter- und Steckkontaktnormalien.

Die Verwaltungskommission des S. E. V. und V. S. E. hat auf Antrag der Normalienkommission[1]) die nachstehend wiedergegebenen Aenderungen der auf 1. Januar 1930 provisorisch in Kraft erklärten Schalter- und Steckkontaktnormalien in ihrer Sitzung vom 22. März 1929 genehmigt und als verbindlich erklärt.

Schalternormalien.

I. Begriffserklärungen.

Die Wärmebeständigkeit wird wie folgt definiert: Ein Stoff ist *wärmebeständig bis zu einer bestimmten Temperatur,* wenn er bei dieser Temperatur seine elektrischen und mechanischen Eigenschaften nicht in einer für den Verwendungszweck nachteiligen Weise ändert.

§ 6.

Anforderung an Isoliermaterial.

An Stelle von wärmebeständig ist «bis 100° C wärmebeständig» zu setzen.

Der letzte Absatz lautet: Isoliermaterial als Träger von stromführenden Teilen, die nicht zur Kontaktherstellung dienen, muss feuchtigkeits- und bis 100° C wärmebeständig sein (z. B. Abdeckplatten von Unterputzschaltern). Mitgelieferte Unterlagplatten müssen ausserdem bis 300° C feuersicher sein.

§ 29.

Prüfung der mechanischen Festigkeit.

a) Nicht metallgekapselte und unvollständig metallgekapselte Schalter. Das Objekt wird folgender Schlagprobe unterworfen:

Ein 0,15 kg schwerer Hammer (siehe Fig. 1 und 2), dessen schlagender Teil aus einem Hartholzkörper (Schlagkörper) besteht, ist an einem Stahlrohr von 9 mm äusserem Durchmesser, ½ mm Wandstärke und 100 cm Länge befestigt und mit diesem zusammen als starres Pendel montiert. Zwischen dem schlagenden Teil und dem übrigen Hammerkörper ist eine Feder derart eingeschaltet, dass sich der schlagende Teil des Hammers in der Schlagrichtung gleitend bewegen kann. Die Federung soll derart sein, dass der Schlagkörper sich um 10 mm im Hammer verschiebt (vom entspannten Zustand der Feder aus gerechnet), wenn er mit 9 kg belastet wird, und dass zwischen dem mit dem Stahlrohr verbundenen Teil des Hammers und dem Schlagkörper eine Federkraft von 2,5 kg als Vorspannung wirkt. Auf einer drehbaren Holzunterlage von mindestens 15 kg Gewicht wird....

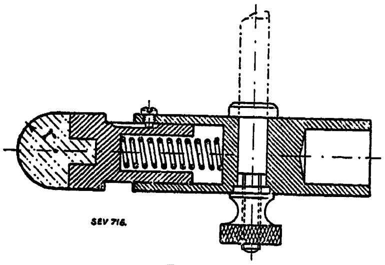


Fig. 2.
Hammer für die Schlagprobe.
$r = 10$ mm.

b) Vollständig metallgekapselte Schalter. Das Objekt wird der unter *a)* beschriebenen Schlagprobe unterworfen, wobei der dort erwähnte Hammer durch einen Stahlhammer von 0,5 kg Gewicht ersetzt wird. Der schlagende Teil des Stahlhammers ist hier nicht gefedert, hat aber vorne die gleiche Form, wie in Fig. 2 dargestellt ist.

Erläuterung: ad *a)* Fig. 2 stellt einen Hammer dar, wie er von den T. P. verwendet wird. Für die Prüfung verbindlich in bezug auf den Hammer sind nur das Hammergewicht, die Federung und die Form des vorderen Teils des Schlagkörpers. Als Hartholz verwenden die T. P. Buchenholz.

§ 32.

Prüfung der Feuchtigkeitsbeständigkeit.

Absatz 3, Linie 9: Die Düsenöffnung des für die Bespritzung verwendeten Zerstäuberapparates (siehe Fig. 8) befindet sich dabei in

[1]) Diese Kommission besteht aus den Mitgliedern: Dr. *K. Sulzberger*-Zürich, Präs., Dr. *G. A. Borel*-Cortaillod, *H. Egli* - Zürich, *J. Pronier* - Genf, *A. Schaetz* - Bern, *P. Thut* - Bern und *P. Weingart*-Klosters. Mitarbeiter der Kommission für Schalter- und Steckkontaktnormalien sind: *E. von Allmen*-Zürich, *H. Dietler*-Schwanden, *V. Kunz*-Genf, *O. Leuthold*-Horgen, *F. Rauch*-Zürich, *C. Schedler*-Zürich und das Normalienbureau der SNV in Zürich.

einem Abstand von 40 cm vom Prüfobjekt. Der Druck...

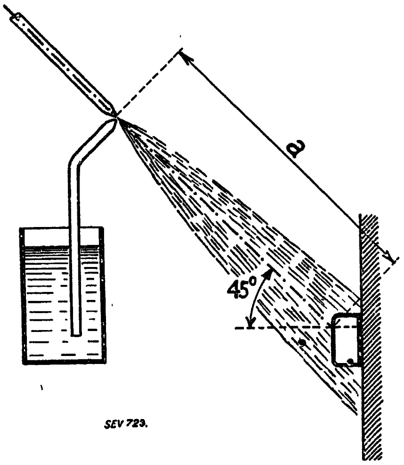
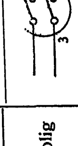
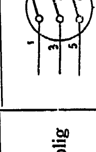
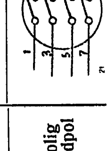


Fig. 8. Zerstäuber für die Beregnung bei der Prüfung auf Feuchtigkeitsbeständigkeit. $a = 40$ cm

§ 33.
Spannungsprüfung.

Schaltungen und Prüfdauer für die Spannungsprüfung. Tabelle V.

Schalter	Bild	Stellung	Schaltung*)	Prüfdauer in Min.
einpolig		geschlossen	1 — 2 gegen E	je 1
		offen	1 gegen 2 + E 2 gegen 1 + E	
zweipolig		geschlossen	1 — 2 gegen 3 — 4 1 — 2 + 3 — 4 gegen E	je 1
		offen	1 + 3 gegen 2 + 4 + E 2 + 4 gegen 1 + 3 + E	
dreipolig		geschlossen	1 — 2 gegen 3 — 4 + 5 — 6 3 — 4 gegen 1 — 2 + 5 — 6 5 — 6 gegen 1 — 2 + 3 — 4 1 — 2 + 3 — 4 + 5 — 6 gegen E	je 1
		offen	1 + 3 + 5 gegen 2 + 4 + 6 + E 2 + 4 + 6 gegen 1 + 3 + 5 + E	
dreipolig + Erdpol		geschlossen	1 — 2 + 5 — 6 gegen 3 — 4 + 7 — 8 1 — 2 + 7 — 8 gegen 3 — 4 + 5 — 6 1 — 2 + 3 — 4 + 5 — 6 + 7 — 8 gegen E	je 1
		offen	1 + 3 + 5 + 7 gegen 2 + 4 + 6 + 8 + E 2 + 4 + 6 + 8 gegen 1 + 3 + 5 + 7 + E	

*) — bestehende Verbindungen.
\+ für die Prüfung herzustellende Verbindungen.

E = Erde.

In dieser Tabelle sind im Bulletin Nr. 1 die Figuren nicht enthalten.

Steckkontaktnormalien.

I. Begriffserklärungen.

Die Wärmebeständigkeit wird wie folgt definiert: Ein Stoff ist *wärmebeständig bis zu einer bestimmten Temperatur,* wenn er bei dieser Temperatur seine elektrischen und mechanischen Eigenschaften nicht in einer für den Verwendungszweck nachteiligen Weise ändert.

§ 5.
Ausführungsarten.

In Tabelle II sind für 15 A und 380 V die Steckkontaktausführungen 2 P und 2 P + E aufzunehmen.

§ 6.
Anforderung an Isoliermaterial.

An Stelle von wärmebeständig ist «bis 100° C *wärmebeständig*» zu setzen.

Der letzte Absatz lautet: Isoliermaterial als Träger von stromführenden Teilen, die nicht zur Kontaktherstellung dienen, muss feuchtigkeits- und bis 100° C wärmebeständig sein (z. B. Abdeckplatten von Unterputzdosen). Mitgelieferte Unterlagplatten müssen ausserdem bis 300° C feuersicher sein.

§ 14.
Zugentlastung und Schutz gegen Verdrehung von Zuleitungen zu Steckern und Kupplungssteckdosen.

Absatz 2, Linie 3: Diese Bestimmung bezieht sich nicht auf zweipolige 6 A-Stecker und zweipolige 6 A-Kupplungssteckdosen, für welche nun verlangt wird, dass beim Verdrehen der Zuleitung im Innern des Steckers dadurch kein Kurzschluss entstehen darf.

§ 35.
Prüfung hinsichtlich der zum Ziehen der Stecker erforderlichen Zugkraft.

In Tabelle VI ist aufzunehmen:

Nennspannung V	Nennstrom A	Polzahl	Zugkraft	
			min.kg	max.kg
mehr als 250 V bis und mit 380 V	15	2 P	1,0	5,0
		2 P + E	1,2	6,0

§ 36.
Prüfung der mechanischen Festigkeit.

A. a) Nicht metallgekapselte und unvollständig metallgekapselte Steckdosen. Das Objekt wird folgender Schlagprobe unterworfen:

Ein 0,15 kg schwerer Hammer (siehe Fig. 2 und 3), dessen schlagender Teil aus einem Hartholzkörper (Schlagkörper) besteht, ist an einem Stahlrohr von 9 mm äusserem Durchmesser, ½ mm Wandstärke und 100 cm Länge befestigt und mit diesem zusammen als starres Pendel montiert. Zwischen dem schlagenden Teil und dem übrigen Hammerkörper ist eine Feder derart eingeschaltet, dass sich der schlagende Teil des Hammers in der Schlagrichtung gleitend bewegen kann. Die Federung soll derart sein, dass der Schlagkörper sich um 10 mm im Ham-

mer verschiebt (vom entspannten Zustand der Feder aus gerechnet), wenn er mit 9 kg belastet wird, und dass zwischen dem mit dem Stahlrohr verbundenen Teil des Hammers und dem Schlagkörper eine Federkraft von 2,5 kg als Vorspannung wirkt. Auf einer drehbaren Holzunterlage von mindestens 15 kg Gewicht wird . . .

A. b) Vollständig metallgekapselte Steckdosen. Das Objekt wird der unter *a)* beschriebenen Schlagprobe unterworfen, wobei der dort erwähnte Hammer durch einen Stahlhammer von 0,5 kg Gewicht ersetzt wird. Der schlagende Teil des Stahlhammers ist hier nicht gefedert, hat aber vorne die gleiche Form, wie in Fig. 3 dargestellt ist.

Fig. 3 gleiche Figur wie in § 29 der vorstehenden Schalternormalien.

Erläuterung: ad *A. a)* Fig. 3 stellt einen Hammer dar, wie er von den T. P. verwendet wird. Für die Prüfung verbindlich in bezug auf den Hammer sind nur das Hammergewicht, die Federung und die Form des vorderen Teils des Schlagkörpers. Als Hartholz verwenden die T. P. Buchenholz.

§ 38.

Prüfung des Verhaltens im Gebrauch.

Aa) Zwischen dem zweiten und dritten Absatz wird folgender neuer Absatz aufgenommen: Steckkontakte mit zwei Polen oder zwei Polen und Erdpol für mehr als 250 V bis und mit 380 V und 15 A werden nur mit 50periodigem Wechselstrom geprüft.

Aa) Im dritten Absatz ist an Stelle von 250 V «380 V» zu setzen.

Tabelle VII wird für 380 V und 15 A durch die Steckkontaktausführungen 2 P und 2 P + E ergänzt (siehe untenstehende Tabelle).

§ 40.

Prüfung der Feuchtigkeitsbeständigkeit.

Absatz 3, Linie 8: Die Düsenöffnung des für die Bespritzung verwendeten Zerstäuberapparates (siehe Fig. 9) befindet sich dabei in einem Abstand von 40 cm vom Prüfobjekt. Der Druck . . .

Fig. 9 gleiche Figur wie in § 32 der vorstehenden Schalternormalien.

Tabelle VII.

Steckkontakt für			Wechselstromprüfung				Gleichstromprüfung		
Nennspg. V	Nennstrom A	Polzahl	Spannung V	Strom A	cos φ	Anzahl Steckungen	Spannung V	Strom A	Anzahl Steckungen
380	15	2 P	380	15	0,3	5000			
		2 P + E	1,1 × 380	1,25 × 15	0,3	50			

Anhang zu den Schalternormalien des S. E. V.

Normalien zur Prüfung und Bewertung von Schaltern, die der Wärme ausgesetzt sind.

(Wärmeschalternormalien des S. E. V.)

V. Allgemeine Bestimmungen.

§ 37.

Geltungsbereich.

Diese Normalien beziehen sich auf Schalter an Wärmeapparaten und auf der Wärme ausgesetzte Schalter, die zur Verwendung in trockenen und feuchten Räumen von Niederspannungsanlagen geeignet sind.

Erläuterung: Es kann sich hiebei sowohl um Schalter, die an Wärmeapparaten angebracht werden und deren Stromzufuhr vermitteln, wie auch um Schalter, die an solchen angebracht werden, die aber zur Betätigung anderer Stromkreise dienen, handeln. (Siehe auch Erläuterung zu § 1.)

§ 38.

Einteilung.

Die vorliegenden Normalien unterscheiden:

a) nach ihrer Verwendung:
Schalter an Kochherden und Kochplatten *(Kochherdschalter)* und der Wärme ausgesetzte Schalter an allen übrigen Wärmeapparaten *(Heizungsschalter);*

b) nach ihrer Schaltung:
Ausschalter und Regulierschalter.

§ 39.

Anforderung der Hausinstallationsvorschriften und von Dimensionsnormalien.

Es gelten die Bestimmungen des § 3.

§ 40.

Bezeichnung.

Es gelten die Bestimmungen des § 4, Abs. 1. Die Kochherdschalter (siehe § 38) müssen durch das Zeichen ◎,

die Heizungsschalter (siehe § 38) durch das Zeichen ⊙ als solche gekennzeichnet sein.

Wärmeschalter müssen ferner, wenn sie nur für Gleichstrom bestimmt sind, das Zeichen =, wenn sie nur für Wechselstrom bestimmt sind, das Zeichen ∼ tragen. Tragen sie keine Stromartbezeichnung, so müssen sie für beide Stromarten verwendbar sein.

Erläuterung: Da nach § 37 alle Wärmeschalter zur Verwendung in feuchten Räumen geeignet sind, und Wärmeschalter durch das Zeichen ◎ bzw. ⊙ als solche gekennzeichnet sein müssen, wird hier eine besondere Bezeichnung als Feuchtschalter durch das Symbol für einen Wassertropfen nicht verlangt.

§ 41.
Ausführungsarten.

Die normalen Ausführungen der Wärmeschalter sind aus Tabelle VII ersichtlich.

Normale Ausführungen der Wärmeschalter.

Tabelle VII.

	Kochherd-Schalter		Heizungs-Schalter			
Nennstrom	15 A	25 A	6 A	15 A	25 A	60 A
Nenn-spannung	250 V	250 V	250 V	250 V	250 V	—
			—	380 V	380 V	380 V
			—	mehr als 380 V	mehr als 380 V	mehr als 380 V

Kochherdschalter müssen in der Nullstellung den Wärmeapparat allpolig vom Netze abschalten.

Heizungsschalter für 15 A und mehr oder für mehr als 380 V müssen den Wärmeapparat allpolig vom Netze abschalten.

Zur Prüfung für die Erteilung des Qualitätszeichens des S. E. V. werden auch Wärmeschalter mit anderer Nennspannungs- und Nennstromstärkebezeichnung als die in Tabelle VII angeführten zugelassen.

Erläuterung: Betreffend die Bezeichnung 380 V und mehr als 380 V siehe Erläuterung § 5.

§ 42.
Anforderungen an Isoliermaterial.

Es gelten die Bestimmungen des § 6 mit der Aenderung, dass überall, wo dort wärmebeständiges Material verlangt ist, hier hitzebeständiges vorzusehen ist.

§ 43.
Schutz gegen gefährliche Wärmeübertragung.

Für geschlossene Wärmeschalter gelten die Bestimmungen des § 7.

§ 44.
Berührungsschutz und Erdung von metallenen Gehäuse- und Betätigungsteilen.

Es gelten die Bestimmungen des § 8, Absatz A und B.

§ 45.
Erdungsschrauben.

Es gelten die Bestimmungen des § 9.

§ 46.
Bezeichnung von Erdanschlüssen.

Es gelten die Bestimmungen des § 10.

§ 47.
Kriechwege und Abstände.

Der kürzeste Abstand auf der Oberfläche des Isoliermaterials (Kriechweg) zwischen unter Spannung stehenden Teilen verschiedenen Potentials oder solchen und berührbaren Metallteilen, den Befestigungsschrauben, der Unterlage und der Schalterachse darf die in Tabelle VIII aus den Formeln für die *Kriechwege* sich ergebenden Werte nicht unterschreiten.

Der kürzeste Abstand in Luft zwischen unter Spannung stehenden Teilen und berührbaren Metallteilen, oder zwischen ersteren und den Befestigungsschrauben, der Unterlage und der Schalterachse darf die in Tabelle VIII aus der Formel für den *Abstand gegen berührbare Metallteile* sich ergebenden Werte nicht unterschreiten.

Kriechwege und kürzeste Abstände gegen berührbare Metallteile, Befestigungsschrauben, Unterlage und gegen die Schalterachse.

Tabelle VIII.

	mm
Kriechwege:	
a) einpolige Schalter:	
α zwischen spannungsführenden Teilen verschiedenen Potentials . . .	$2 + \frac{3V}{250}$
β zwischen spannungsführenden Teilen und berührbaren Metallteilen, den Befestigungsschrauben, der Unterlage und der Schalterachse . . .	$2 + \frac{3V}{250}$
b) mehrpolige Schalter:	
α zwischen spannungsführenden Teilen verschiedenen Potentials . . .	$4 + \frac{3V}{250}$
β zwischen spannungsführenden Teilen und berührbaren Metallteilen, den Befestigungsschrauben, der Unterlage und der Schalterachse . . .	$2 + \frac{3V}{250}$
Abstand gegen berührbare Metallteile (in Luft gemessen*)	$2 + \frac{3V}{250}$

In dieser Tabelle ist für V die Nennspannung in Volt einzusetzen, mindestens aber 250 V.

* Bei Verwendung von isolierenden Ausguss- oder Kittmassen gilt die gleiche Formel.

§ 48.
Einführungsöffnungen und Raum im Schalter.

Es gelten die Bestimmungen des § 12.

§ 49.
Bezeichnung von Schaltstellungen.

Die Schaltstellungen müssen bezeichnet sein, und zwar allgemein die offene Schaltstellung durch die Ziffer 0.

Bei Regulierschaltern muss die Schaltstellung der maximalen Leistung durch die grösste in Frage kommende Ziffer, wie sie sich aus der Regulierstufenzahl ergibt, jede übrige entsprechend ihrer Leistungsabstufung bezeichnet sein.

§ 50.
Anforderungen an Schaltstellungen.

Es gelten die Bestimmungen des § 14.

§ 51.
Betätigungsorgane.

Es gelten die Bestimmungen des § 15.

§ 52.
Anforderungen an Metallteile.

Es gelten die Bestimmungen des § 16. Ausserdem müssen die Metallteile den Wärmeeinwirkungen widerstehen.

§ 53.
Anforderungen an die Befestigungsorgane.

Es gelten die Bestimmungen des § 17.

§ 54.
Dimensionierung der Kontaktteile.

Stromführende Teile von Wärmeschaltern müssen so dimensioniert sein, dass im Betriebszustande bei Belastung mit dem 1,5fachen Nennstrom keine unzulässigen Erwärmungen eintreten (siehe auch § 68).

§ 55.
Anforderungen an Anschlussklemmen.

Es gelten die Bestimmungen des § 19 mit der Ausnahme, dass die Anschlussklemmen in allen Fällen nur die Verwendung *eines* Leiters gemäss Tabelle III (§ 19) zu gestatten brauchen.

§ 56.
Kontaktherstellung und Unterbrechung.

Es gelten die Bestimmungen des § 20.

VI. Umfang der Prüfungen.

§ 57.
Qualitätszeichen.

Es gelten die Bestimmungen des § 23.

§ 58.
Annahmeprüfung.

Es gelten die Bestimmungen des § 24.

§ 59.
Periodische Nachprüfungen.

Es gelten die Bestimmungen des § 25.

§ 60.
Durchführung der Prüfungen.

Es gelten die gleichen Bestimmungen und die gleiche Reihenfolge der Prüfungen, wie in § 26 angeführt.

§ 61.
Beurteilung der Prüfungen.

Es gelten die Bestimmungen des § 27.

VII. Beschreibung der Prüfungen.

§ 62.
Allgemeine Untersuchung.

Die Objekte sind auf ihre Uebereinstimmung mit den Bestimmungen der §§ 39—56 zu prüfen.

Soweit SNV-Normalien für Wärmeschalter als integrierende Bestandteile dieser Normalien erklärt werden, sind die dort als verbindlich festgelegten Dimensionen nachzuprüfen.

Zur Prüfung hinsichtlich der Bestimmungen der §§ 48 und 55 werden die Leiter mit den kleinsten und grössten äussern Durchmessern, welche im Betrieb mit den Wärmeschaltern verwendet werden (siehe § 55) in diese eingezogen und befestigt. Bei den periodischen Nachprüfungen werden nur die Dimensionen der Klemmvorrichtungen und Eintrittsöffnungen mit denjenigen des plombiert aufbewahrten Exemplares verglichen.

§ 63.
Prüfung der mechanischen Festigkeit.

Es gelten die Bestimmungen des § 29.

§ 64.
Prüfung der Hitzebeständigkeit.

Es gelten die Bestimmungen des § 30 mit der Aenderung, dass die Prüftemperatur hier 200° ± 10° C beträgt.

§ 65.
Prüfung des Verhaltens im Gebrauch.

A. Wärmeschalter, die eine Stromartbezeichnung tragen, werden nur mit dieser Stromart geprüft.

a) Ausschalter werden mit den aus Tabelle IX ersichtlichen Werten für Strom, Spannung und Leistungsfaktor und der angegebenen Anzahl Stellungswechsel in Zeitabständen von zwei Sekunden geprüft. (Schaltungen siehe Fig. 4, § 31).

b) Regulierschalter werden wie Ausschalter nach demjenigen Schaltungsschema geprüft, welche die T. P. als die ungünstigsten Resultate ergebend erachten.

B. Kochherdschalter, die keine oder eine Wechselstrombezeichnung tragen, werden nach 50 000 Stellungswechseln der Prüfung der Feuchtigkeitsbeständigkeit und der Spannungsprüfung unterworfen. Hierauf wird die Prüfung des Verhaltens im Gebrauch wiederum aufgenommen und die restliche Anzahl Stellungswechsel ausgeführt. Anschliessend findet dann die Prüfung der Kontakterwärmung statt.

C. Bei der Prüfung wird der Erdpol mit der Erde und mit dem Nullpunkte der Stromquelle verbunden.

Trägt ein Wärmeschalter eine andere Nennspannungsbezeichnung, als in Tabelle IX angeführt, so wird er bis zu einer Nennspannung von 250 V wie ein Wärmeschalter für 250 V

Prüfung des Verhaltens im Gebrauch.

Tabelle IX.

Schalter: Art	Schalter: Bezeichnung	Schalter: für Nennsp. V	Schalter: für Nennstrom A	Prüfung mit Wechselstrom: Spannung V	Prüfung mit Wechselstrom: Strom A	Prüfung mit Wechselstrom: cos φ	Prüfung mit Wechselstrom: Anzahl Stellungswechsel	Prüfung mit Gleichstrom: Spannung V	Prüfung mit Gleichstrom: Strom A	Prüfung mit Gleichstrom: Anzahl Stellungswechsel
Kochherdschalter	ohne Stromartbezeichnung	bis 250 V	beliebig	250 V 1,1 × 250 V	Nstr. 1,1 × Nstr.	1 1	150 000 50	250 V	Nstr. 1,1 × Nstr.	50 000 50
	mit Gleichstrombezeichnung	bis 250 V	beliebig					250 V 1,1 × 250 V	Nstr. 1,1 × Nstr.	50 000 100
	mit Wechselstrombezeichnung	bis 250 V	beliebig	250 V 1,1 × 250 V	Nstr. 1,1 × Nstr.	1 1	200 000 100			
Heizungsschalter	ohne Stromartbezeichnung	bis 250 V	beliebig	250 V 1,1 × 250 V	Nstr. 1,1 × Nstr.	1 1	10 000 50	250 V 1,1 × 250 V	Nstr. 1,1 × Nstr.	10 000 50
		mehr als 250 V	beliebig	Nsp. 1,1 × Nsp.	Nstr. 1,1 × Nstr.	1 1	10 000 50	Nsp. 1,1 × Nsp.	Nstr. 1,1 × Nstr.	10 000 50
	mit Gleichstrombezeichnung	bis 250 V	beliebig					250 V 1,1 × 250 V	Nstr. 1,1 × Nstr.	20 000 100
		mehr als 250 V	beliebig					Nsp. 1,1 × Nsp.	Nstr. 1,1 × Nstr.	20 000 100
	mit Wechselstrombezeichnung	bis 250 V	beliebig	250 V 1,1 × 250 V	Nstr. 1,1 × Nstr.	1 1	20 000 100			
		mehr als 250 V	beliebig	Nsp. 1,1 × Nsp.	Nstr. 1,1 × Nstr.	1 1	20 000 100			

Die Prüfung erfolgt unter Verwendung induktionsfreier Widerstände.

Nennspannung geprüft. Bei einer Nennspannung von mehr als 250 V wird er mit der seiner Bezeichnung entsprechenden Spannung geprüft.

Es gelten im weitern auch die in § 31 unter *C* und *D* angeführten Bestimmungen.

§ 66.
Prüfung der Feuchtigkeitsbeständigkeit.

Es gelten die Bestimmungen des § 32 für Schalter für feuchte Räume.

Wärmeschalter, welche im Betriebe durch Schutzkästen gegen Feuchtigkeitszutritt geschützt sind, werden von den T. P. in solche mitgelieferte Kästen eingebaut und in diesem Zustande der Prüfung unterworfen.

§ 67.
Spannungsprüfung.

Es gelten die Bestimmungen des § 33.

§ 68.
Prüfung der Kontakterwärmung.

Es gelten die Bestimmungen des § 34 mit der Aenderung, dass als Prüfstrom der 1,5fache

Nennstrom gilt. Ferner wird als Indikator ein Tropfen Bienenwachs (Schmelzpunkt ca. 60° C) verwendet. Bei der Prüfung darf das Bienenwachs nicht schmelzen. Regulierschalter werden in der Schaltstellung der maximalen Leistung (grösste Ziffer) dieser Prüfung unterworfen. In bezug auf das Schaltschema vergl. § 65 A b.

§ 69.
Prüfung der Berührbarkeit unter Spannung stehender Teile.

Zur Feststellung, ob bei geschlossenen Wärmeschaltern in der Gebrauchslage unter Spannung stehende Teile in keiner Schaltstellung berührbar sind, bedient man sich eines Tastfingers mit elektrischer Kontaktanzeigung, dessen Dimensionen aus Fig. 10, § 35, ersichtlich sind.

Nicht geschlossene Wärmeschalter werden dieser Prüfung nicht unterworfen.

§ 70.
Prüfung der Feuersicherheit und Nichterweichbarkeit.

Es gelten die Bestimmungen des § 36.

Anhang zu den Steckkontaktnormalien des S. E. V.

Normalien zur Prüfung und Bewertung von Steckdosen für Wärmeapparate.

(Wärmesteckdosennormalien des S. E. V.)

V. Allgemeine Bestimmungen.

§ 45.
Geltungsbereich.

Diese Normalien beziehen sich auf bewegliche, für Wärmeapparate mit festen Steckern bestimmte Steckdosen, welche die Stromzufuhr durch eine ebenfalls bewegliche Leitung vermitteln und zur Verwendung in trockenen und feuchten Räumen von Niederspannungsanlagen geeignet sind. (Siehe auch Erläuterung zu § 1.) Nicht unter diese Normalien fallen Steckdosen für Bügeleisen.

§ 46.
Anforderung der Hausinstallationsvorschriften und von Dimensionsnormalien.

Es gelten die Bestimmungen des § 3.

§ 47.
Bezeichnung.

Es gelten die Bestimmungen des § 4, Abs. 1. Ausserdem müssen Wärmesteckdosen durch das Zeichen ⨀ als solche gekennzeichnet sein.

Erläuterung: Da nach § 45 alle Wärmesteckdosen zur Verwendung in feuchten Räumen geeignet sind, und Wärmesteckdosen durch das Zeichen ⨀ als solche gekennzeichnet sein müssen, wird hier eine besondere Bezeichnung als Feuchtsteckdose durch das Symbol für einen Wassertropfen nicht verlangt.

§ 48.
Ausführungsarten.

Normale Wärmesteckdosen sind solche für 250 V und 15 A in zwei- und dreipoliger Ausführung mit und ohne besonderem Erdungskontakt.

Zur Prüfung für die Erteilung des Qualitätszeichens des S. E. V. werden auch Wärmesteckdosen mit anderer Nennspannung, Nennstromstärke und Polzahl als die oben genannten zugelassen, sofern die Polzahl mindestens 2 beträgt, und die Wärmesteckdosen als solche gekennzeichnet sind.

§ 49.
Anforderung an Isoliermaterial.

Es gelten die Bestimmungen des § 6 für Stecker hier für Dosen mit der Abänderung, dass überall, wo dort wärmebeständiges Material verlangt wird, hier hitzebeständiges vorzusehen ist.

§ 50.
Schutz gegen gefährliche Wärmeübertragung.

Es gelten die Bestimmungen des § 7.

§ 51.
Berührungsschutz und Erdung von metallenen Gehäuse- und Betätigungsteilen.

Es gelten die Bestimmungen des § 8 mit der Ausnahme, dass die Bestimmung für nasse Räume wegfällt.

Wärmesteckdosen müssen derart gebaut sein, dass es nicht möglich ist, die Stifte von Wärmeapparaten einpolig zu stecken.

§ 52.
Erdungsschrauben und Anordnung derselben.

Es gelten die Bestimmungen des § 9.

§ 53.
Erdungskontakte und Anordnung derselben.

Es gelten die Bestimmungen des § 10 sinngemäss hier für Dosen.

§ 54.
Bezeichnung von Erdanschlüssen.

Es gelten die Bestimmungen des § 11.

§ 55.
Kriechwege und Abstände.

Es gelten die Bestimmungen des § 12 für Feucht- und Nass-Steckkontakte.

§ 56.
Einführungsöffnungen und Raum in den Steckdosen.

Es gelten die Bestimmungen des § 13. Es müssen aber hier bis 380 V und 15 A RS und GAS mit den in Tabelle V, § 21, angegebenen Kupferquerschnitten eingeführt werden können.

§ 57.
Zugentlastung und Schutz gegen Verdrehung von Zuleitungen zu Wärmesteckdosen.

Es gelten die Bestimmungen des § 14 unter Berücksichtigung des § 56 sinngemäss hier für Dosen.

§ 58.
Festhaltevorrichtungen.

Festhaltevorrichtungen an Wärmesteckdosen sind zulässig.

§ 59.
Anforderungen an Metallteile.

Es gelten die Bestimmungen des § 18. Ausserdem müssen die Metallteile den Wärmeeinwirkungen widerstehen.

§ 60.
Anforderungen an die Befestigungsorgane.

Es gelten die Bestimmungen des § 19.

§ 61.
Dimensionierung der Kontaktteile.

Es gelten die Bestimmungen des § 20 (siehe auch § 78).

§ 62.
Anforderung an Anschlussklemmen.

Es gelten die Bestimmungen des § 21 (Tabelle V) für Stecker hier sinngemäss für Dosen.

§ 63.
Ausbildung von Büchsen.

Es gelten die Bestimmungen des § 22 sinngemäss hier für Dosen.

VI. Umfang der Prüfungen.

§ 64.
Qualitätszeichen.

Es gelten die Bestimmungen des § 28.

§ 65.
Annahmeprüfung.

Es gelten die Bestimmungen des § 29.

§ 66.
Periodische Nachprüfungen.

Es gelten die Bestimmungen des § 30.

§ 67.
Durchführung der Prüfungen.

Es gelten die gleichen Bestimmungen und die gleiche Reihenfolge der Prüfungen wie in § 31 angeführt.

§ 68.
Beurteilung der Prüfungen.

Es gelten die Bestimmungen des § 32.

VII. Beschreibung der Prüfungen.

§ 69.
Allgemeine Untersuchung.

Die Objekte sind auf ihre Uebereinstimmung mit den Bestimmungen der §§ 46 bis 63 zu prüfen.

Soweit SNV-Normalien für Wärmesteckdosen als integrierende Bestandteile dieser Normalien erklärt werden, sind die dort als verbindlich festgelegten Dimensionen nachzuprüfen.

Zur Prüfung hinsichtlich der Bestimmungen der §§ 56, 57 und 62 werden bei der Annahmeprüfung die Leiter mit den kleinsten und grössten äusseren Durchmessern, welche im Betrieb mit den Wärmesteckdosen verwendet werden, in diese eingezogen und befestigt (siehe § 62). Bei den periodischen Nachprüfungen werden nur die Dimensionen der Klemmvorrichtungen und Eintrittsöffnungen mit denjenigen des plombiert aufbewahrten Exemplares verglichen.

§ 70.
Prüfung der Zugentlastung.

Es gelten die Bestimmungen des § 34 unter Berücksichtigung der §§ 56 und 57.

§ 71.
Prüfung hinsichtlich der zum Ziehen der Dosen erforderlichen Zugkraft.

Es gelten die Bestimmungen des § 35. Die Prüfung wird mit einem besonderen Prüfstecker mit Sollmassen für Stiftabmessungen und Stiftabständen vorgenommen.

§ 72.
Prüfung der mechanischen Festigkeit.

Wärmesteckdosen werden wie in § 36 unter *B* für Stecker angeführt, geprüft.

§ 73.
Prüfung der Hitzebeständigkeit.

Es gelten die Bestimmungen des § 37 mit der Aenderung, dass die Prüfungstemperatur hier 200° ± 10° C beträgt.

§ 74.
Prüfung des Verhaltens im Gebrauch.

Diese Prüfung wird nur an Wärmesteckdosen ohne Festhaltevorrichtungen ausgeführt.

A. Wärmesteckdosen für 250 V Nennspannung mit 2 Polen oder 2 Polen und Erdpol werden unter Belastung mit 50periodigem Wechselstrom bei $\cos \varphi = 1$ 2000 bzw. 50mal gesteckt, und zwar bei 250 V und 15 A bzw. $1{,}1 \times 250$ V und $1{,}1 \times 15$ A. Anschliessend werden noch 50 Steckungen bei induktionsfreier Belastung mit Gleichstrom vorgenommen, und zwar bei 250 V und 15 A.

Wärmesteckdosen für 250 V Nennspannung mit 3 Polen oder 3 Polen und Erdpol werden unter Belastung mit 50periodigem Drehstrom bei $\cos \varphi = 1$ 2000 bzw. 50mal gesteckt, und zwar bei 250 V und 15 A bzw. $1{,}1 \times 250$ V und $1{,}1 \times 15$ A.

Wärmesteckdosen, die in bezug auf Polzahl, Nennspannungs- und Nennstromstärkebezeichnung von den oben angeführten abweichen, werden dieser Prüfung sinngemäss gleich unterworfen.

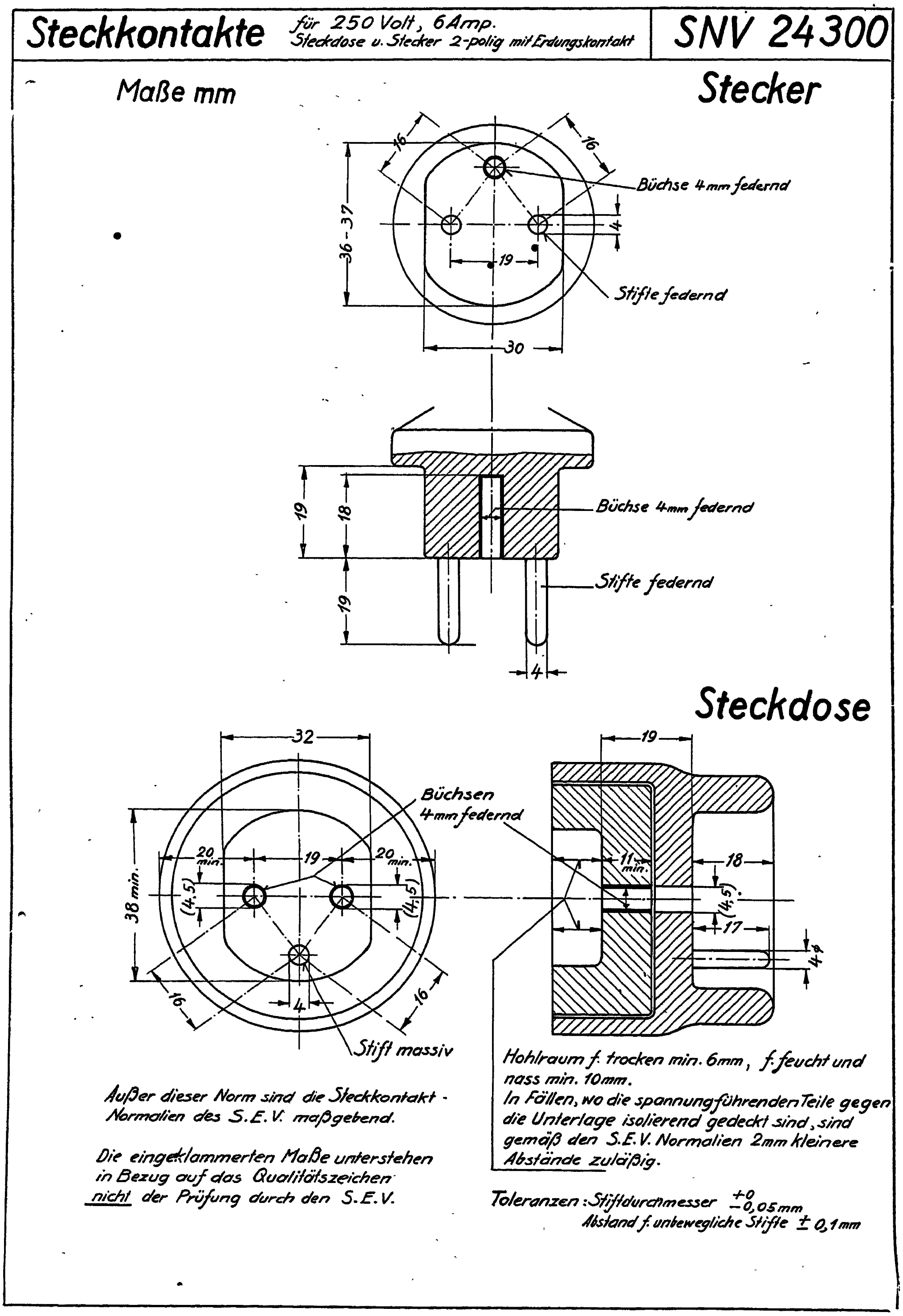
B. Bei der Prüfung wird der Erdpol mit Erde und mit dem Nullpunkt der Stromquelle verbunden.

Die Wärmesteckdosen werden im allgemeinen in der voraussichtlichen Gebrauchslage geprüft.

(Fortsetzung siehe Seite 246.)

Normenblatt SNV 24 300

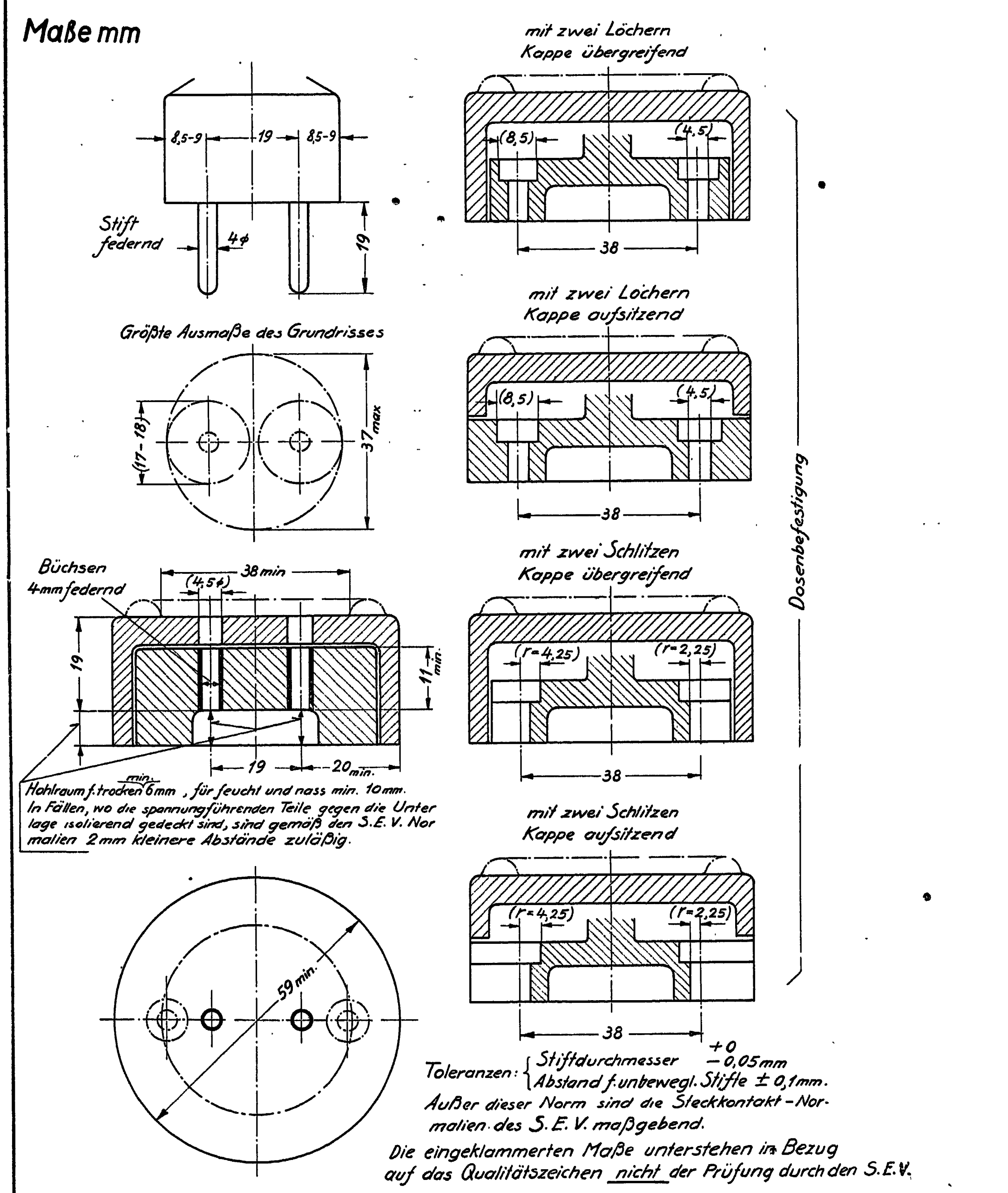
ist von der Verwaltungskommission des S. E. V. und V. S. E. am 22. März 1929 genehmigt und als integrierender Bestandteil der Steckkontaktnormalien im Sinne von § 3 dieser Normalien auf 1. Januar 1930 in Kraft erklärt worden.



Normenblatt SNV 24 301

ist von der Verwaltungskommission des S. E. V. und V. S. E. am 22. März 1929 genehmigt und als integrierender Bestandteil der Steckkontaktnormalien im Sinne von § 3 dieser Normalien auf 1. Januar 1930 in Kraft erklärt worden.

Steckkontakte *für 250 Volt, 6 Amp. Steckdose u. Stecker 2 polig* — SNV 24301



Für die Zuleitungen werden Leiter verwendet, welche gemäss den Hausinstallationsvorschriften einen der Nennstromstärke des Prüfobjektes entsprechenden Querschnitt aufweisen.

Die Steckungen werden in Abständen von 4 Sekunden ausgeführt unter Benützung eines mechanischen Antriebes, welcher durch Einfügen eines elastischen Zwischengliedes das Ziehen der Dose von Hand möglichst nachahmt.

Durch die Prüfung des Verhaltens im Gebrauch werden diejenigen Konstruktionsteile, die dem beim Ziehen der Stecker aus den Dosen unter Belastung entstehenden Flammbogen ausgesetzt sind, auch auf Flammbogensicherheit geprüft.

C. Die Prüfbedingungen gelten als erfüllt, wenn die Steckdosen keine für den weiteren Gebrauch nachteiligen Veränderungen erleiden, und sich während der Prüfung keine Schrauben lösen.

Erläuterung: ad *A.* Unter einer Steckung wird ein einmaliges Stecken und Ziehen der Dose verstanden.

ad *B.* Ein von den T. P. benützter Apparat zum mechanischen Betätigen der Dose ist in Fig. 8, § 38, schematisch dargestellt.

§ 75.

Prüfung hinsichtlich der zum Ziehen der Dose erforderlichen Zugkraft.

Die Prüfung wird in analoger Weise, wie in § 71 angeführt, vorgenommen. Die Zugkraft muss innerhalb der beiden in Tab. VI, § 36, angeführten Grenzwerte liegen.

§ 76.

Prüfung der Feuchtigkeitsbeständigkeit.

Es gelten die Bestimmungen des § 40 für Steckkontakte für feuchte Räume.

§ 77.

Spannungsprüfung.

Es gelten die Bestimmungen des § 41.

§ 78.

Prüfung der Kontakterwärmung.

Es gelten die Bestimmungen des § 42. Als Indikator wird aber hier ein Tropfen Bienenwachs (Schmelzpunkt ca. 60° C) verwendet. Bei der Prüfung darf das Bienenwachs nicht schmelzen.

§ 79.

Prüfung der Berührbarkeit spannungsführender Teile.

Es gelten die Bestimmungen des § 43.

§ 80.

Prüfung der Feuersicherheit und Nichterweichbarkeit.

Es gelten die Bestimmungen des § 44.

Erteilung des Rechtes zur Führung des Qualitätszeichens des S. E. V. für Kleintransformatoren und für isolierte Leiter.

Kleintransformatoren.

Gemäss den «Normalien des S. E. V. für Kleintransformatoren von höchstens 500 VA für Hausinstallationen» und auf Grund der mit Erfolg bestandenen Annahmeprüfung erteilen die Technischen Prüfanstalten des S. E. V. folgender Firma das Recht zur Führung des S. E. V.-Qualitätszeichens für die nachverzeichneten Typen von Kleintransformatoren.

Ab 1. April 1929:

A. E. G. Elektrizitäts-Aktiengesellschaft Zürich: Klasse a der Normalien: Type PL No. 62822 1 A (8 VA).

Isolierte Leiter.

Gemäss den «Normalien zur Prüfung und Bewertung von isolierten Leitern für Hausinstallationen» und auf Grund der mit Erfolg bestandenen Annahmeprüfung erteilen die Technischen Prüfanstalten des S. E. V. folgender Firma das Recht zur Führung des S. E. V.-Qualitätszeichens für alle normalen Querschnitte der nachverzeichneten Leiterarten.

Das Zeichen besteht in dem gesetzlich geschützten S. E. V.-Qualitätskennfaden, welcher an gleicher Stelle wie der Firmenkennfaden angeordnet ist und auf gelbem Grunde die oben angeführten Morsezeichen A S E V in schwarzer Farbe trägt.

Ab 1. April 1929:

Emil Scheurich, Zürich (Schweizerische Vertretung der Hackethal Draht- und Kabelwerke A.-G. Hannover):

Gummischlauchleiter, Einleiter-GS-Draht
Starkgummischlauchleiter, Einleiter-SGS-Draht
Starkgummischlauchleiter, Einleiter-SGS-Seil
Gummibleikabel, Einleiter-GK-Draht
Gummibleikabel, Einleiter-GK-Seil
Gummibleikabel, Mehrleiter-GK-Draht
Gummibleikabel, Mehrleiter-GK-Seil
Fassungsadern, Mehrleiter-FA-Litze
Pendelschnüre, Mehrleiter-PS
Verseilte Schnüre, Mehrleiter-VS
Rundschnüre, Mehrleiter-RS

Vereinsnachrichten.

Die an dieser Stelle erscheinenden Artikel sind, soweit sie nicht anderweitig gezeichnet sind, *offizielle Mitteilungen des Generalsekretariates des S. E. V. und V. S. E.*

Jubilare des V. S. E. An der diesjährigen Generalversammlung des V. S. E., die am 6. Juli in St. Moritz stattfinden wird, werden wiederum an Beamte, Angestellte und Arbeiter von Elektrizitätswerken, die am Tage der Generalversammlung bei ein und derselben Unternehmung

25 Dienstjahre vollendet haben, Anerkennungsdiplome verabreicht. Die Werke werden gebeten, Namen und Vornamen solcher Funktionäre mit Angabe der Stellung, die sie beim Werk einnehmen, spätestens bis Ende Mai dem Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E., Seefeldstr. 301, Zürich 8, mitzuteilen.

25jähriges Jubiläum der Kraftwerke Brusio A.-G. Die Kraftwerke Brusio A.-G. in Poschiavo kann im Jahre 1929 auf 25 Jahre ihrer Tätigkeit zurücksehen. Zu diesem Anlasse wird sie eine Festschrift herausgeben, und zwar in deutscher und französischer Auflage. Sie soll in einem raschen Ueberblick der Gründung, der Entwicklung der Anlagen von 1904 bis 1929, der Energieproduktion und der wirtschaftlichen Ergebnisse gedenken. Anschliessend werden die wichtigsten Anlagen, auf das Jahr 1929 ergänzt, kurz beschrieben. Eine eingehendere Berücksichtigung finden die neuesten Anlagen Palü-Cavaglia, die neue Leitung 150 kV nach Campocologno und die Transformatorenstation 50 000 kVA, 150 kV, der Baujahre 1926/28. Etwa 100 Abbildungen, wovon ca. 20 ganzseitige Bilder, werden den Text vervollständigen.

Im Hinblick auf die anfangs Juli stattfindenden Generalversammlungen des S. E. V. und V. S. E. in St. Moritz, anlässlich welcher auch eine Exkursion nach dem Puschlavertal vorgesehen ist, sei auf diese Publikation aufmerksam gemacht. An diejenigen Mitglieder des S. E. V. und V. S. E., welche sich dafür bis zum *Samstag, den 4. Mai 1929,* anmelden, wird ein Exemplar zum stark reduzierten Preis von Fr. 4.— abgegeben (Druckkosten allein gegen Fr. 10.—). Die Gedenkschrift kann ab 20. Juni 1929 zum Versand kommen.

Anmeldungen, unter Angabe, ob ein deutsches oder französisches Exemplar gewünscht wird, sind an das Generalsekretariat zu richten, das auch die rechtzeitige Zustellung vor der Jahresversammlung von St. Moritz besorgen wird.

Lampen mit Pauschalsockel. Es ist in jüngster Zeit vorgekommen, dass direkt an Abonnenten Lampen von 25 Watt mit Spezialsockel für Pauschallampen à 15 Watt verkauft worden sind. Durch ein solches Vorgehen leistet der Verkäufer einem Betruge Vorschub und wir haben energisch dagegen protestiert.

Die Glühlampenfabriken ihrerseits haben sich bereit erklärt, in den Gebieten, wo die Elektrizitätswerke es wünschen, keinerlei Pauschallampen, weder an Installateure noch Abonnenten, abzugeben.

Wir ersuchen daher diejenigen Elektrizitätswerke, welche für sich den Alleinverkauf von Pauschallampen beanspruchen, uns davon Kenntnis zu geben, damit wir unserseits die mit uns im Vertragsverhältnis stehenden Fabriken benachrichtigen können.

Verband Schweiz. Elektrizitätswerke,
Generalsekretariat.

Im Verlag des S. E. V. (Seefeldstr. 301, Zürich 8) erschienene Drucksachen. *Schalter- bzw. Steckkontaktnormalien.* Die im Bulletin des S. E. V. 1929, No. 1, veröffentlichten «Normalien zur Prüfung und Bewertung von Schaltern für Hausinstallationen» und die «Normalien zur Prüfung und Bewertung von Steckkontakten für Hausinstallationen» haben noch einige, von der Verwaltungskommission des S. E. V. und V. S. E. am 22. März 1929 genehmigte Aenderungen (siehe vorliegende Nummer, Seite 236) erfahren und sind heute, zusammen mit den auf Seite 238 u. ff. abgedruckten «Normalien zur Prüfung und Bewertung von Schaltern, die der Wärme ausgesetzt sind» bzw. mit «Normalien für Steckdosen für Wärmeapparate» beim vorgenannten Verlag zum Preise von je Fr. 2.— für Mitglieder und Fr. 2.50 für Nichtmitglieder erhältlich.

Bericht über Unfälle an elektrischen Starkstromanlagen. Von dem im Bulletin 1929, No. 7, veröffentlichten Aufsatz über «Unfälle an elektrischen Starkstromanlagen in der Schweiz in den Jahren 1927 und 1928» werden Separatabzüge in deutscher und französischer Sprache hergestellt und zu folgenden Preisen abgegeben:

	pro Ex.
1—19 Exemplare	30 Rp.
20—99 Exemplare	25 Rp.
100 und mehr Exemplare	20 Rp.

Wir ersuchen speziell Elektrizitätswerke und Installationsfirmen, welche diesen Aufsatz ihrem Personal wie üblich abzugeben beabsichtigen, uns ihre Bestellungen baldmöglichst zugehen zu lassen.

Zulassung von Elektrizitätsverbrauchsmessersystemen zur amtlichen Prüfung und Stempelung. Auf Grund des Art. 25 des Bundesgesetzes vom 24. Juni 1909 über Mass und Gewicht und gemäss Art. 16 der Vollziehungsverordnung vom 9. Dezember 1916 betreffend die amtliche Prüfung und Stempelung von Elektrizitätsverbrauchsmessern hat die eidgenössische Mass- und Gewichtskommission die nachstehenden Verbrauchsmessersysteme zur amtlichen Prüfung und Stempelung zugelassen und ihnen die beifolgenden Systemzeichen erteilt:

Fabrikant: *Landis & Gyr A.-G., Zug.*

Zusatz zu:


Induktionszähler für Mehrphasenstrom mit 2 Triebsystemen, Typen F B o, K B o, L B o, H B o, D B o.

Zusatz zu:


Induktionszähler für Mehrphasenstrom mit 3 Triebsystemen, Type M B o.

Bern, den 19. März 1929.

Der Präsident
der eidg. Mass- und Gewichtskommission:
J. Landry.

Auszug aus der Liste der Veröffentlichungen des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins.

Die nachstehend aufgeführten Drucksachen sind durch das Generalsekretariat des S.E.V. und V.S.E., Seefeldstrasse 301, Zürich 8 zu beziehen:

Normalien.

	Preise für Mitglieder Fr.	Nicht-Mitglieder Fr.
Normen für Spannungen und Spannungsprüfungen	1.–	1.50
Normes pour les tensions et les essais d'isolation	1.–	1.50
Normalien zur Prüfung und Bewertung von isolierten Leitern für Hausinstallationen	1.50	2.–
Normes pour conducteurs isolés destinés aux installations intérieures	1.50	2.–
Normalien zur Prüfung und Bewertung von Kleintransformatoren von höchstens 500 VA für Hausinstallationen	1.–	1.50
Normes pour l'examen de transformateurs d'une puissance ne dépassant pas 500 VA et destinés aux installations intérieures	1.–	1.50
Normen für Schmelzsicherungen für Niederspannungsanlagen	–.40	–.50
Normes pour coupe-circuits destinés aux installations à basse tension	–.40	–.50
Normalien zur Prüfung und Bewertung von Mineralöl für Transformatoren und Schalter	1.–	1.50
Normes relatives à l'essai des huiles minérales pour transformateurs et interrupteurs	1.–	1.50
Normalien zur Prüfung und Bewertung von Schaltern für Hausinstallationen	1.50	2.–
Normen zur Prüfung und Bewertung von Steckkontakten in Hausinstallationen	1.50	2.–

Leitsätze und Wegleitungen, Kommissionsarbeiten.

	Mitglieder Fr.	Nicht-Mitglieder Fr.
Wegleitung für den Schutz von Wechselstromanlagen gegen Ueberspannungen, aufgestellt von der Kommission des S.E.V. und V.S.E. für Hochspannungsapparate, Ueberspannungsschutz und Brandschutz (Jahrgang 1923, No. 6)	2.–	2.50
Guide pour la protection des installations électriques à courant alternatif contre les surtensions, établi par la Commission de l'A.S.E. et de l'U.C.S. pour les appareils à haute tension et la protection contre les surtensions et l'incendie (année 1923, No. 6)	2.–	2.50
Wegleitung für den Schutz von Gleichstromanlagen gegen Ueberspannungen, aufgestellt von der Kommission des S.E.V. und V.S.E. für Hochspannungsapparate, Ueberspannungsschutz und Brandschutz (Jahrgang 1926, No. 6)	2.–	2.50
Guide pour la protection des installations électriques à courant continu contre les surtensions, établi par la Commission de l'A.S.E. et de U.C.S. pour les appareils à haute tension et la protection contre les surtensions et l'incendie (année 1926, No. 6)	2.–	2.50
Erster Bericht des Ausschusses für die Arbeiten mit dem Kathodenstahl-Oscillographen (Jahrgang 1927, No. 11) *a) Der Kathodenstrahl-Oscillograph des S.E.V. und seine Anwendungsmöglichkeit,* von F. Tobler, Oberingenieur, Zürich. *b) Ueber das Verhalten der Stromwandler bei Hochfrequenz und den Schutzwert von Parallelwiderständen gegen Ueberspannungen.* Von K. Berger, Ingenieur, Zürich	2.–	2.50
Ergebnisse einer Umfrage betreffend Ueberspannungsschutz, vom Generalsekretariat des S.E.V. und V.S.E. (Jahrgang 1927, No. 3)	–.30	–.50
Résultats d'une enquête relative à la protection contre les surtensions, par le Secrétariat général de l'A.S.E. et de l'U.C.S. (année 1927, No. 3)	–.30	–.50
Richtlinien für die Wahl der Schalter in Wechselstrom-Hochspannungsanlagen. Aufgestellt von der Gruppe *a* der Kommission des S.E.V. und V.S.E. für Hochspannungsapparate, Ueberspannungsschutz und Brandschutz (Jahrgang 1924, No. 5, inkl. Erläuterungen hierzu aus Jahrgang 1925, No. 2)	2.–	2.50
Directives pour le choix des interrupteurs des installations à courant alternatif à haute tension. Etablies par le groupe *a* de la commission de l'A.S.E. et de l'U.C.S. pour la protection contre les surtensions et l'incendie (année 1924, No. 5)	2.–	2.50
Leitsätze des S.E.V. betr. Erstellung und Instandhaltung von Gebäudeblitzschutzvorrichtungen, aufgestellt von der Kommission des S.E.V. für Gebäudeblitzschutz (Jahrgang 1923, No. 7)	1.50	2.–
Directives de l'A.S.E. relatives à l'installation et à l'entretien des paratonnerres pour bâtiments, rédigées par la Commission de l'A.S.E. pour paratonnerres (année 1923, No. 7)	1.50	2.–
Die Korrosion durch Erdströme elektrischer Bahnen. Erster Bericht der gemeinsamen Kommission des Schweiz. Vereins von Gas- und Wasserfachmännern, des Verbandes Schweiz. Sekundärbahnen und des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins für die Frage der Korrosion (Jahrgang 1918, No. 7 und 8)	2.–	2.50

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN
BULLETIN
ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke | REDAKTION Zürich 8, Seefeldstr. 301 | Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité

Verlag und Administration { Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G. Zürich 4, Stauffacherquai 36/38 } Editeur et Administration

XX. Jahrgang XXe Année | Bulletin No. 9 | Mai I Mai I 1929

Bericht über die Diskussionsversammlung des S. E. V.

Samstag, den 9. März 1929, 8 h 45

im Hotel Schweizerhof in Olten.

Die Diskussionsversammlung fand unter dem *Vorsitz* des Herrn Direktor *J. Chuard,* Präsident des S. E. V., statt. Es nahmen ungefähr 125 Mitglieder und Gäste daran teil. Zur Behandlung kamen folgende

Diskussionsthemata:

1. Leistungsaustausch zwischen unabhängigen Leitungsnetzen (Schlupfumformer). Referent: Herr *F. Grieb,* Ingenieur, Baden.
2. Das Minimal-Impedanzrelais der Maschinenfabrik Oerlikon. Referent: Herr *H. Puppikofer,* Ingenieur, Oerlikon.
3. Automatische Kraftwerke. Referent: Herr *W. Walty,* Ingenieur, Baden.

Aus technischen Gründen muss die Veröffentlichung des Berichtes im Bulletin des S. E. V. auf zwei aufeinanderfolgende Nummern verteilt werden, in der Weise, dass in der vorliegenden Nummer die Veröffentlichung des Referates und der Diskussion zum Thema No. 2, in der nächsten Nummer diejenige der Referate und der Diskussionen zu den Themen No. 1 und 3 erfolgt.

Das Minimalimpedanzrelais.

Ein Beitrag zur Lösung der Frage des Schutzes von Hochspannungsfreileitungen.

Referat von *H. Puppikofer,* Ingenieur, Oerlikon.

621.317.4 : 621.317.8

Der Autor zerlegt die Zeit vom Eintreten eines Kurzschlusses bis zu dessen Abschaltung in ihre Komponenten und zeigt an Hand von Versuchen den Einfluss der Eigenschaften des auslösenden Relais auf diese Zeit; diese kann in erster Linie durch Kleinhalten der Eigenzeit und Staffelzeit des Relais verkürzt werden. Er behandelt dann kurz die Entwicklung des Ueberstromschutzes, des Differentialschutzes, des Spannungsrückgangschutzes und geht auf das Prinzip des Impedanzschutzes ein. Auf Grund der gewonnenen Erkenntnisse entwickelt er den Aufbau eines zweckmässigen Impedanzrelais, des M. F. O. - Minimalimpedanzrelais, und erläutert seine konstruktive Durchbildung und seine Wirkungsweise. Zum Schlusse werden Versuche und Betriebserfahrungen im Netz der Schweizerischen Bundesbahnen mitgeteilt.

L'auteur décompose le temps qui s'écoule entre le moment d'un court-circuit jusqu'à son déclenchement et montre à l'aide d'essais l'influence des propriétés du relais de déclenchement sur ce temps, qui peut être écourté en première ligne en maintenant aussi bref que possible le temps propre et le temps de gradation. Il traite ensuite rapidement le développement des systèmes de protection basés sur les surintensités, les creux de tension, celui de la protection différentielle et passe au principe de la protection par l'impédance. Il en déduit un type de relais approprié, le relais d'impédance minimum des Ateliers de Constructions Oerlikon, et en explique la construction et le fonctionnement. L'auteur signale enfin des essais et des résultats d'exploitation réalisés dans le réseau des Chemins de fer fédéraux.

An der letzten Generalversammlung des S. E. V., am 16 Juni 1928, wurde in einem vorzüglichen Referat von Herrn Ing. Stöcklin das Wesen des Distanzrelais er-

läutert, oder wie ich es präziser bezeichnen möchte, des „Impedanzzeitrelais“ [1]). Ich möchte nun die Ueberlegungen zeigen, die in der Maschinenfabrik Oerlikon zur Entwicklung eines davon abweichenden Relais geführt haben und dieses neue Relais und seine Wirkungsweise näher beschreiben.

1. Einleitung.

Bevor wir näher auf das Thema eintreten, möchte ich kurz festhalten, welche Anforderungen heute an ein Schutzsystem gestellt werden müssen. Ein brauchbares Schutzsystem muss in erster Linie *selektiv* wirken, d. h. bei einer Störung darf nur der kranke Netzteil ausgeschaltet werden. Die anderen Netzteile sollen ungestört im Betriebe verbleiben. Bei den heutigen Ansprüchen der Industrie und der städtischen Stromverbraucher an die Kontinuität der Stromlieferung ist die Forderung der Selektivität der Schutzsysteme von grundlegender Wichtigkeit.

Mit der zunehmenden Verkoppelung der Netze und Kraftwerke hat man ausserdem die Erfahrung machen müssen, dass die Zeit, die vom Moment des Auftretens der Störung, d. h. des Kurzschlusstromes, bis zu seiner erfolgten Unterbrechung vergeht, nur sehr kurz sein darf, ansonst die Kraftwerke und die einzelnen Maschinen bei starker Spannungs- und Frequenzsenkung ausser Tritt fallen. Es muss also von einem Selektiv-Schutzsystem noch gefordert werden, dass es für die Selektion der defekten Netzteile nur eine ganz kleine Zeit braucht. *Selektive Abschaltung in minimaler Zeit* ist das Qualitätsmerkmal des brauchbaren Selektivschutzes. Die rechnerische Ermittlung der grössten zulässigen Zeitverzögerung der Abschaltung stösst auf Schwierigkeiten. Es empfiehlt sich daher, sie durch Versuche oder Beobachtungen bei Störungen zu ermitteln. Soviel aus der technischen Literatur entnommen werden kann, liegt das zulässige Maximum in den häufigsten Fällen unterhalb 3 Sekunden.

Die grosse Rolle, welche die Zeit t vom Auftreten des Kurzschlusstromes bis zu seiner Abschaltung spielt, hat die Maschinenfabrik Oerlikon schon vor Jahren dazu bewogen, in einer ganzen Reihe von Versuchen die beeinflussenden Faktoren mit dem Oszillographen zu untersuchen.

Fig. 1 zeigt ein solches Oszillogramm, das an einem 135 kV-Schalter aufgenommen wurde. Die Sinuskurve gibt den Verlauf des Kurzschlusstromes im Relais wieder, die obere Kurve den Verlauf des Stromes im Auslösemagnet. Die Zeit vom Moment des Auftretens des Kurzschlusses bis zum Schliessen des Stromkreises des Auslösemagnetes ist die Eigenzeit t_0 des Relais, hier gleich $^5/_{100}$ sec. Die Zeit vom Moment des Schliessens des Stromkreises bis zum Beginn der Bewegung des Oelschalters (gekennzeichnet durch den Beginn der Zeitmarken am untern Rande des Films) ist die Ansprechzeit der Auslösung und bildet einen Teil der Eigenzeit des Oelschalters. Diese Ansprechzeit beträgt hier $^{7,6}/_{100}$ sec.

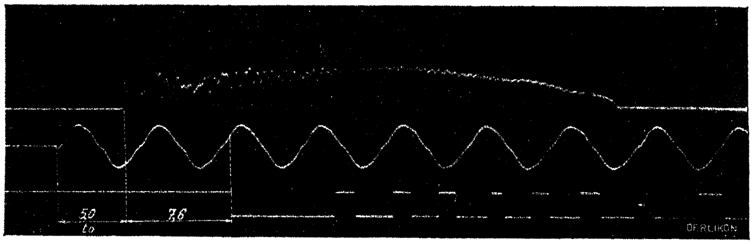


Fig. 1.
Oszillographische Bestimmung der Relais-Eigenzeit.

Für die weitern Ueberlegungen und den Vergleich der verschiedenen Schutzarten ist es von Vorteil, die Zeit t in folgende Summanden zu zerlegen:

$$t = (t_0 + t_1 + t_2) + (t_3 + t_4).$$

(t_0 = Eigenzeit der Relais; t_1 = feste Grundzeit; t_2 = Staffelzeit; $(t_0 + t_1 + t_2)$ = durch die Relais verursachte Verzögerung der Auslösung; t_3 = Eigenzeit der Oelschalter;

[1]) Siehe Bull. S. E. V. 1928, No. 16, S. 507.

t_4 = Lichtbogendauer im Oelschalter; $(t_3 + t_4)$ = durch die Oelschalter verursachte Verzögerung der Abschaltung.)

Die Zeiten t_0 und t_3 sind von der Konstruktion der betreffenden Apparate abhängig und bei den Oelschaltern für eine bestimmte Apparatentype konstant. Die Eigenzeit der Relais hingegen ist bei allen Konstruktionen auch abhängig vom Verhältnis zwischen dem gemessenen Wert und dem an dem Relais eingestellten Grenzwert der zum Schutz herangezogenen charakteristischen Grösse.

Die Grundzeit t_1 wird oft an den Relais eingestellt, um eine momentane Abschaltung zu verhindern und dadurch zu verhüten, dass die zugehörigen Oelschalter mit dem maximalen Kurzschlusstrom ihres Standortes im Netze beansprucht werden. In Hauptnetzen wird man unbedingt die Frage des Selektivschutzes nicht komplizieren wollen durch Verquickung mit der Frage der Reduktion der Schalterbeanspruchung. Man wird daher entweder die Schalter so bemessen, dass sie auch den maximalen Kurzschlusstrom anstandslos unterbrechen können oder durch Einbau von Drosselspulen und zweckentsprechende Schaltung des Netzes den maximalen Kurzschlusstrom selbst entsprechend reduzieren. Diese Grundzeit beträgt bei vielen Relaiskonstruktionen 1 bis 2 sec.

Die Reduktion der Staffelzeit t_2 ist begrenzt durch die Streuung der Relais und durch die Ungenauigkeit im Uebersetzungsverhältnis der Strom- und Spannungswandler. Speziell bei Relais mit distanzabhängiger Staffelzeit muss ausserdem darauf geachtet werden, dass diese bei den kleinsten Strecken nicht unter die Eigenzeit t_3 der Oelschalter fällt. Je nach den verwendeten Relais und Wandlern wird das Minimum von t_2 1 sec, 0,8 bis 0,5 sec betragen.

Man ersieht daraus schon, dass ein Interesse besteht, die Eigenzeit t_3 der Oelschalter möglichst klein zu halten. Diese Eigenzeit kann durch zweckmässige Konstruktion des Oelschalters und seines Auslöseschlosses auf ein gewisses Minimum reduziert werden. Sie liegt je nach der Schaltertype in der Grössenordnung von 0,05 bis 0,1 bis 0,2 sec.

Das Oszillogramm der Fig. 2 wurde bei Kurzschlussabschaltversuchen mit Löschkammerschaltern für 135 und 66 kV aufgenommen, welche die Maschinenfabrik Oerlikon kürzlich im Unterwerk Rupperswil der Schweizerischen Bundesbahnen (S. B. B.) auszuführen Gelegenheit hatte. Es stellt die letzte Ein- und Ausschaltung bei der Durchführung des dreimaligen O C O - Zyklus mit allen Kraftwerken und allen arbeitsfähigen Generatoren der S. B. B. dar. Nach den S. E. V.-Richtlinien rechnet man eine Abschaltleistung von 320000 kVA aus. Die aus der Federkraft und dem Druck in der Kammer auf die Bolzen sich ergebende Abschaltgeschwindigkeit betrug etwas mehr als 10 m/sec, d. h. ebensoviel wie bei einem Schalter mit 10 Unterbrechungen und 1 m Traversengeschwindigkeit. Dabei hat man aber den Vorteil kleinerer Gesamtlichtbogenlänge, was durch kleinere Schalterarbeit zum Ausdruck kommt. Die Schalterarbeitkonstante lag zwischen 0,075 und 0,091, die Gaskonstante ergab sich aus den Gasmessungen im Mittel zu 70 cm^3/kW sec.

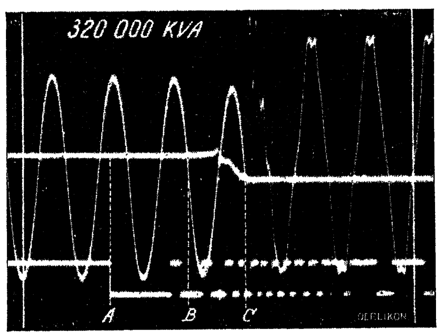


Fig. 2.
Oszillogramm einer Kurzschluss-Abschaltung.

Den Schweizerischen Bundesbahnen, insbesondere den Herren des Bureau für Elektrifikation, sei auch an dieser Stelle der wärmste Dank ausgesprochen für das grosse Interesse, das sie diesen Versuchen entgegengebracht, und die grosse persönliche Arbeit, die sie dabei auf sich genommen haben.

In der Lichtbogenzeit bedeutet offenbar die erreichte Abschaltzeit von zwei Halbperioden oder $^6/_{100}$ Sekunden einen Rekord. Die Lichtbogenzeit ist ausser vom Strom und der Spannung des Kurzschlusskreises noch von der Konstruktion des

betreffenden Oelschalters abhängig. In der Regel wird diese Zeit t_4 bis zu $^{10}/_{100}$ oder $^{15}/_{100}$ sec betragen.

Bei jedem Oelschalter, ob er Tast- oder Schleifkontakte hat, vergeht eine Zeit vom Moment des Beginns der Bewegung bis zum Moment des Oeffnens der Kontakte. Bei den Schaltern mit Tastkontakten, deren Anpressungsdruck parallel, d. h. in der Bewegungsrichtung der Traverse, gerichtet ist, handelt es sich um den Nachlaufweg, der zur Schaffung des Federdruckes nötig ist. Bei den Schaltern mit Schleifkontakten, deren Anpressungsdruck senkrecht zur Bewegungsrichtung der Traverse verläuft, ist es der Weg im Kontaktteil, der zur Schaffung der Kontaktfläche nötig ist. Diese Zeit muss zur Ansprechzeit der Auslösung, die wir im Oszillogramm Fig. 2 gesehen haben, addiert werden, um die Eigenzeit des Oelschalters zu erhalten.

Stellen wir für den vorliegenden Fall die Zahlen zusammen, so ergibt sich die Gesamtzeit: $t = {}^{5}/_{100} + 0 + 0 + ({}^{7,6}/_{100} + {}^{7,5}/_{100}) + {}^{6}/_{100} = {}^{26,1}/_{100}$ sec.

Das verwendete Relais war zur Feststellung der Eigenzeit ohne Grundzeit und ohne Staffelzeit auf Momentauslösung eingestellt worden. Dabei soll noch erwähnt werden, dass die Eigenzeit auf die Hälfte reduziert werden könnte, wenn das Relais stets nur auf Momentauslösung arbeiten müsste.

Selbstverständlich dürfen diese Zahlen nicht verallgemeinert werden; für jede Relais- und Schaltertype muss man sie durch entsprechende Versuche bestimmen. Immerhin zeigen diese Werte, wie weit herunter man auch bei Höchstspannungsschaltern durch entsprechende Wahl der Konstruktion kommen kann.

Ein kurzer Rückblick auf die angegebenen Zahlenwerte zeigt deutlich, dass der grösste Gewinn sich bei der Verringerung der Grundzeit und der Staffelzeit ergeben wird.

Betrachten wir nun vorerst die charakteristischen Grössen, die uns zur Feststellung eines Fehlers resp. Kurzschlusses in einem bestimmten Stromkreis dienen können. Es sind dies:

a) der Strom,
b) die Spannung,
c) das Produkt beider, d. h. die Leistung,
d) das Verhältnis Spannung durch Strom, d. h. Impedanz oder Reaktanz,
e) die Asymmetrie der Spannungen und Ströme bei Drehstrom.

2. *Der Ueberstromschutz.*

Die ersten Schutzeinrichtungen elektrischer Stromkreise, die Schmelzsicherungen, zogen den Strom herbei zur Feststellung eines Fehlers. Mit wachsender Leistung der Netze wurden die Sicherungen durch Schalter, insbesondere durch Oelschalter, ersetzt, die durch momentan wirkende Stromrelais ausgelöst wurden.

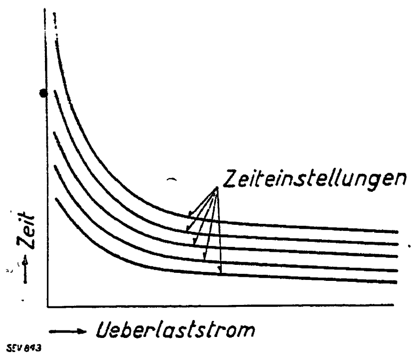


Fig. 3.
Charakteristik des abhängigen Maximalstrom-Zeitrelais.

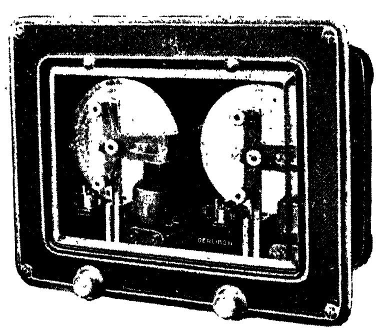


Fig. 4.
Maximalstrom-Zeitrelais.

Die einzige Möglichkeit, bei hintereinander liegenden Schaltern eine Selektion zu erreichen, lag in der Staffelung der Auslösestromstärken. Die Bestrebungen, eine

bessere Selektivität zu schaffen, führten zur Herbeiziehung der Zeit als weiteres Hilfsmittel. Es entstanden daraus die Ueberstromschutzsysteme mit abhängigen und unabhängigen Maximalstromrelais nach dem Induktionsprinzip (Fig. 3 und 4).

Radial verzweigte Netze ohne Vermaschung, sog. „Baum-Netze" können mit den heute bekannten Maximalstromzeitrelais mit grundsätzlich richtiger Selektivität geschützt werden. Die Staffelung der Zeiten erfolgt dabei derart, dass die Schalter an den äussersten Netzabzweigungen die kürzesten Auslösezeiten haben. Beim unabhängigen Maximalstromzeitrelais mit fester Zeiteinteilung ergibt sich allerdings bei grösserer Zahl hintereinander liegender Schalter der schwerwiegende Nachteil, dass die Abschaltung von Kurzschlüssen in der Nähe der Kraftwerke viel zu langsam vor sich geht, so dass die Maschinen ausser Tritt fallen.

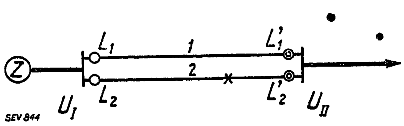


Fig. 5.
Schutz zweier paralleler Leitungen.
○ Maximalstrom-Zeitrelais.
◎ Richtungsrelais.

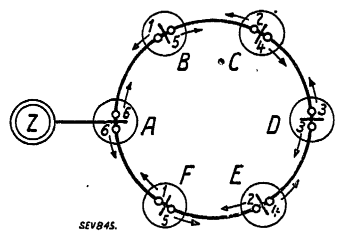


Fig. 6.
Schutz eines einseitig gespeisten Ringnetzes durch gegenläufige Zeitstaffelung.

Sowohl bei Ringnetzen mit einseitiger Speisung, als auch bei Parallelleitungen zwischen zwei Kraftwerken kommt man mit dem Ueberstromprinzip allein nicht mehr aus. Es muss die dritte angeführte charakteristische Grösse herangezogen werden, die Leistung. Bei Parallelleitungen (Fig. 5) genügt der Einbau von Richtungsrelais in der der Stromquelle abgekehrten Unterstation, die die Linienschalter dann auslösen, wenn die Energie von der Sammelschiene wegfliesst. Im angeführten Beispiel mit Kurzschluss in X würde also in der Unterstation U_{II} nur der Schalter L'_2 der Leitung 2 auslösen; der Parallelstrang 1 würde ungestört weiter im Betriebe bleiben. Will man die Ansprechgrenze der Ueberstromrelais nahe an den maximalen Betriebsstrom heranbringen, so müssen bei der Ausschaltung der Schalter L_2 und L'_2 die Relais der andern noch gesunden Leitung automatisch auf den doppelten Wert des Ansprechstromes heraufgestellt werden, da die Leitung 1 nun die ganze Leistung zu übertragen hat. Dieses Schutzsystem stellt schon grosse Anforderungen an die Empfindlichkeit der Energierichtungsrelais, denn auch dann, wenn der Kurzschluss in der Nähe der Unterstation U_{II} liegt, soll die richtige Selektion erfolgen.

Das klassische Beispiel der Grenze der Anwendungsmöglichkeit des Ueberstromschutzprinzips ist der etwas allgemeinere Fall des einseitig gespeisten Ringnetzes (Fig. 6). Hier ist jedem Maximalstromrelais ein Richtungsrelais zugeordnet, das die Auslösung des zugehörigen Schalters auch bei Ueberstrom dann verhindert, wenn dieser Strom zu den Sammelschienen der betreffenden Station hinfliesst. Bei abfliessendem Strome hingegen kann das Ueberstromrelais den Oelschalter auslösen. Geben wir in Fig. 6 zu jedem Relais der Stationen A bis F die die Auslösung freigebende Stromrichtung durch Pfeile an, so sehen wir, dass alle beim Durchgehen in alphabetischer Reihenfolge *vor* den Sammelschienen liegenden Relais den *Gegenuhrzeigersinn* gemeinsam haben. Alle *nach* den Sammelschienen liegenden Relais zeigen *im* Uhrzeigersinn. Nun werden alle zu einem und demselben Drehsinn gehörigen Relais von A aus wie bei einem gewöhnlichen Baumnetz in der Zeit gestaffelt. Das ist der Schutz mit *gegenläufiger Zeit-Staffelung.*

Bei den erwähnten Fällen und bei Drehstrom ist die Schaltung der Energierichtungsrelais von Wichtigkeit, was lange unbeachtet blieb. Bei der üblichen Verwendung von zwei einphasigen Rückwattrelais in Aaronschaltung oder in 90° Schaltung tritt stets bei einem bestimmten Leistungsfaktor ein Ansprechen des Relais

ein, auch wenn die Energie ihre Richtung beibehält. Diese den Zählertechnikern wohlbekannte Erscheinung trägt sehr oft die Schuld an der lästigen Auslösung der Oelschalter beim Parallelschalten von Generatoren, die durch Rückwattrelais geschützt sind. Abhilfe erhält man am einfachsten durch mechanische Summierung der Drehmomente der beiden einphasigen Relais.

Allen Ueberstromschutzsystemen ist aber der Nachteil gemeinsam, dass eine Auslösung nur dann erfolgt, wenn der Fehlerstrom den Normalstrom übersteigt und die Grösse des eingestellten Ansprechwertes erreicht hat. Bei vermaschten Netzen, in Kuppelleitungen etc. ist das Verhältnis vom Fehlerstrom zum Normelstrom sehr veränderlich und kann bei schwacher Netzbelastung und entsprechend kleinem Maschineneinsatz z. B. nachts oder am Sonntag beträchtlich unter den Wert Eins fallen. Ein Kurzschluss kann also unter gewissen Umständen von den Maximalstromrelais gar nicht mehr abgeschaltet werden, weil der Kurzschlusstrom den eingestellten Wert des Auslösestromes nicht mehr erreicht.

3. *Der Differentialschutz.*

Ein anderes auf Strommessung aufgebautes Schutzsystem ist der Differentialschutz. Bei einem Differentialschutz werden stets zwei gleichartige Grössen miteinander verglichen, resp. deren Differenz gebildet. Diese Differenzbildung kann mechanisch, magnetisch oder auch elektrisch erfolgen. Die letztere Art wird heute bevorzugt, weil die Bemessung des Relais unabhängig vom Nennstrom der Anlage ist. Die Schaltung wird so vorgesehen, dass im ungestörten Betriebe der Strom den Relaispfad nicht betritt. Tritt eine Störung auf, so wird der Strom auf den Kreis des Relais gedrängt und bringt dieses zum Ansprechen. Die in dieser Schaltung verwendeten Relais sind eigentlich nichts anderes als Maximalstromrelais grösster Präzision.

Beim gewöhnlichen oder Längsdifferentialschutz werden die Ströme am Anfange und am Ende des zu schützenden Objektes gegeneinander verglichen. Es existieren zwei Schaltungen des Differentialschutzes: die Serieschaltung der Stromwandler und

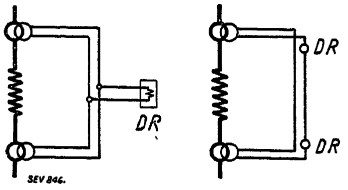


Fig. 7.
Differentialschutz.

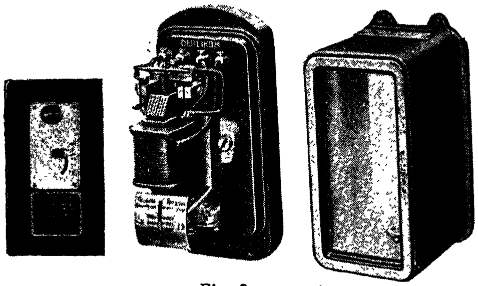


Fig. 8.
Differentialschutzrelais.

die Parallelschaltung der Stromwandler (Fig. 7). Bei der Serieschaltung sind die Hilfsdrähte dauernd stromdurchflossen und das Differentialrelais liegt im Abzweig. Bei der Parallelschaltung sind die EMKe der Wandler einander entgegengerichtet; die Sekundärleitungen sind nur bei Störungen stromdurchflossen, und die Relais liegen in Serie mit ihnen. Hier haben wir also dauernd den sonst peinlichst vermiedenen Zustand offener Stromwandler. Die Wandler müssen daher besonders ausgeführt werden, als eigentliche Serietransformatoren.

Der Differentialschutz wirkt seinem Prinzip nach absolut selektiv. Er überwacht nur den Netzteil, der zwischen den zwei zusammengehörigen Stromwandlern liegt. Da es kein Ueberstrom-, sondern ein Gleichgewichtsschutz ist, kann der Ansprechstrom bis auf Bruchteile des Nennstromes heruntergesetzt werden. Die ausschliessliche Selektivität des Differentialschutzes schliesst einen kleinen Nachteil in sich ein. Versagen bei einem Kurzschluss der Differentialschutz oder die Schalter irgend eines

Netzteiles, so kann der Fehler selbsttätig überhaupt nicht abgeschaltet werden, da die Differentialrelais der vor und hinter dem gestörten liegenden Netzteile darauf nicht ansprechen. Bei allen Schutzsystemen, deren Relais mit gestaffelten Zeiten arbeiten, ist die Selektivität relativ, dafür aber tritt bei Versagen des fälligen Relais sofort das nächstfolgende an seine Stelle und schaltet, wenn auch mit etwas längerer Zeit, sicher ab.

Der Differentialschutz kann als idealer Schutz für alle Einzelobjekte in Anlagen angesprochen werden. In entsprechenden Schaltungen [2]), die alle auf der Serieschaltung aufgebaut sind, kann er alle Fehlerarten solcher Objekte wie Kurzschlüsse, Erdschlüsse und Windungsschlüsse erfassen.

Beim Schutz von Leitungen wendet man vorzugsweise die Parallel- oder Gegenschaltung nach *B* an, um die dauernde Belastung der Wandler d. h. den Leitungsverlust und dadurch den Leitungsquerschnitt möglichst zu reduzieren. Der Anwendung des Längs-Differentialschutzes bei Leitungen steht die Notwendigkeit kostspieliger Hilfsleitungen längs den Hauptleitungen entgegen. Ausserdem müssen besondere Vorsichtsmassregeln getroffen werden, um die Hilfsleitung den induktiven und kapazitiven Einflüssen der Hauptleitungen zu entziehen. Während bei bestehenden Kabelleitungen der nachträgliche Einbau eines Differentialschutzes durch die Kosten verunmöglicht wird, können bei neu zu verlegenden Kabeln die Hilfsleitungen ohne allzu grosse Schwierigkeiten und finanzielle Opfer mit vorgesehen werden. Der Differentialschutz bei Kabelleitungen wird in Amerika besonders häufig angewendet.

Bei parallelgeschalteten Leitungen kann mit der *Querdifferentialschaltung* die Verteilung der Ströme in den gleichphasigen Leitern überwacht werden. Unter dem Namen Achter- oder Polygonschutz sind derartige Schaltungen bekannt, die bei drei und mehr parallelgeführten Leitungen ohne weiteres, bei zwei parallelen Leitungen nur unter Herbeiziehung von Energie-Richtungsrelais selektiv wirken. Damit die letzte im Betriebe verbleibende Leitung nicht schutzlos ist, muss stets zu diesem Differentialschutz noch der Maximalstrom- oder irgend ein anderer Schutz verwendet werden.

4. *Der Spannungsrückgangschutz.*

Bei Kurzschluss in einem vermaschten Netz nimmt die Spannung naturgemäss gegen den Fehlerort hin bis auf den Nullwert ab. Es entsteht eine Spannungssenkung oder ein Spannungstrichter (Fig. 9), d. h. nach allen Seiten steigt die Spannung vom Fehlerorte weg linear an. Es lag daher der Gedanke nahe, diese Erscheinung zur Entwicklung eines Selektivschutzsystems auszunützen. Es ergaben sich jedoch dieselben Schwierigkeiten wie beim Ueberstromschutz, indem sich die Spannung im gestörten Zustande je nach den Netzverhältnissen weitgehend mit der Betriebsspannung überlappte. Sehr bald kam man dazu, auch die andere charakteristische Grösse des Kurzschlusskreises, den Strom, herbeizuziehen. Um ein Ansprechen des Spannungsrückgangschutzes bei kurzen Spannungssenkungen durch Belastungsänderungen usw. zu verhüten, versah man das Relais mit einem auf Ueberstrom ansprechenden Steuerorgan, welches das Spannungszeitwerk erst freigeben musste. Damit hatte man aber auch wieder den Nachteil des reinen Ueberstromschutzes, der bei Fehlerströmen, deren Werte unter dem des Normalstromes liegen, versagt.

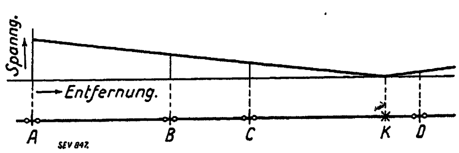


Fig. 9.
Spannungstrichter auf der Leitung *AD* bei Kurzschluss in *K*.

Ums Jahr 1920 studierte man in allen grossen Konstruktionsfirmen an der Lösung der Selektivschutzfrage mit Hilfe von Spannungsrückgangsrelais. Bevor man jedoch zu eigentlichen Anwendungen kam, hatten die aus den Betrieben heraus gewonnenen Erkenntnisse einen andern Weg gewiesen.

---

[2]) Der Selektivschutz von Kraftwerken, von H. Puppikofer, Bull. S. E. V. 1928, No. 2, S. 48.

5. *Der Impedanzschutz.*

Das Produkt von Strom und Spannung, d. h. die Leistung des Kurzschlusskreises, konnte nicht zum Ausgangspunkt eines Selektivschutzsystems führen, da es nicht nur von der Impedanz der zur Fehlerstelle führenden Leitungen, sondern ebenso sehr von der momentanen elektromotorischen Kraft der Stromerzeuger, d. h. vom vorangegangenen Betriebszustand, abhängt. Zur Feststellung der Energierichtung diente es schon bei den früheren Schutzsystemen und nimmt heute beim Impedanzschutz einen wichtigen Platz ein.

Sowohl die praktischen Erfahrungen als auch die Ueberlegungen zeigten, dass einzig das Verhältnis der Spannung des Kurzschlusskreises zum Strom, welches die Form einer Impedanz hat, zur sicheren Erkennung und Selektion eines Fehlers führen kann. Zur besseren Erläuterung der Bedeutung der betrachteten Grössen kehren wir zum Beispiel der Fig. 9 zurück. Misst man in der Station *A* Strom und Spannung im ungestörten Betrieb und bildet man das Verhältnis $\frac{E}{I} = Z$, so erhält man bei konstanter Spannung und variabler Leistung, d. h. variablem Strom, Werte von *Z*, die auf rechtwinkligen Hyperbeln liegen (Fig. 10). Der Wert $\frac{E}{I} = Z$, der den durch diese Kurven dargestellten Verlauf nimmt, wird Betriebsimpedanz genannt. Ist nun am Ende der Strecke *A B* ein Kurzschluss vorhanden, so fällt das Verhältnis $\frac{E}{I}$ von der Betriebsimpedanz auf einen Wert herunter, der gleich ist der Strecke *A B* und als Kurzschlussimpedanz bezeichnet wird. Die Kurzschlussimpedanz ist immer gleich der Impedanz der Leitungen vom Relaisstandort bis zum Fehlerort und wird im Impedanzstromdiagramm durch eine zur Abszissenaxe parallele Gerade dargestellt. Während die zur Betriebsimpedanz gehörige Spannung konstant ist, d. h. durch eine Parallele zur X-Axe repräsentiert wird, steigt die Kurzschlusspannung nach einer durch den Nullpunkt gehenden Geraden, die dem Gesetze $E = \text{konst.} \times I$ folgt.

Diese Feststellungen geben schon das Grundprinzip eines Impedanzschutzes, des Impedanzzeitschutzes. Als Kriterium für das Vorhandensein eines Fehlers gilt der Zusammenbruch der Impedanz von einem Wert der Betriebsimpedanzkurve auf

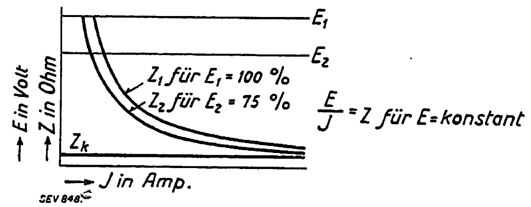


Fig. 10.
Betriebs- und Kurzschlussimpedanz.

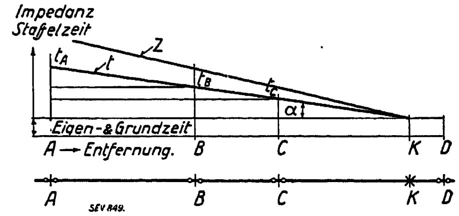


Fig. 11.
Impedanzabhängige Zeitabstufung bei Distanzrelais.

die Kurzschlussimpedanz. Das Relais in *A* z. B. wird so eingestellt, dass es anspricht, auch wenn der Kurzschluss ausserhalb der auf *A* folgenden Strecke *A B*, d. h. z. B. ganz nahe bei *D* ist. Durch das Ueberlappen des Schutzbereiches der aufeinander folgenden Relais jeweils über verschiedene Strecken erhält man eine wertvolle Erhöhung der Sicherheit; denn wenn der Schalter des dem Fehler zunächst liegenden Relais aus irgend einem Grunde nicht auslöst, so wird der zweitnächste Schalter an seiner Stelle die Unterbrechung besorgen. Um die richtige Reihenfolge des Auslösens der hintereinander liegenden Schalter zu sichern, erhalten alle Relais eine Zeitverzögerung, die sich selbsttätig entsprechend der Impedanz, d. h. der Distanz zwischen ihrem Standort und dem Fehlerort einstellt. Wie aus Fig. 11 ersichtlich ist, werden bei Kurzschluss in *K*, nahe bei *D*, alle Relais in *A*, *B* und *C*

anlaufen. Die Relais in A haben der Distanz entsprechend auch die längste Zeitverzögerung. Da man alle Leitungsstrecken bei wechselnder Energierichtung an ihren beidseitigen Enden mit Oelschalter versehen muss, sind in jeder Station je zwei Relaissätze vorhanden, die im Stromkreis nur durch die Sammelschienen voneinander getrennt sind und daher dieselbe Laufzeit in Bezug auf den Fehlerort erhalten. Die richtige Selektion verlangt aber, dass nur der dem Kurzschluss zugewandte Oelschalter abgeschaltet wird. Die dadurch notwendige Auswahl wird durch ein Relais der Kategorie 3, d. h. durch ein Richtungsrelais besorgt, das nur den Oelschalter auslösen lässt, dessen Strom von den Sammelschienen *weg* gerichtet ist. Für die selektive Abschaltung des Fehlers in Fig. 11 kommen also nur die Schalter der Stationen A, B und C in Betracht, die gegen K gerichtet sind.

Fassen wir zusammen, so ersehen wir, dass ein Impedanzzeitrelais aus folgenden Organen zusammengesetzt sein muss:

1. einem Ansprechorgan, das den Zusammenbruch der Betriebsimpedanz überwacht,
2. einem Zeitwerk (Uhr),
3. einem Impedanzmesswerk, das den Ablauf des Zeitwerkes entsprechend der gemessenen Impedanz-Distanz begrenzt,
4. einem Richtungsrelais, welches die Auslösung nur bei nach aussen gerichtetem Energiefluss frei gibt.

Tritt auf der Leitung $A\,D$ (Fig. 11) im Punkte K ein Kurzschluss auf, so sprechen je nach Einstellung vielleicht alle drei Relais in C, in B und in A an. Das Relais in C liegt der Kurzschlusstelle am nächsten; es wird auch die kürzeste Laufzeit haben. Diese Zeit t_c besteht aus den früher erwähnten Summanden:

$$t_c = t_o + t_1 + t_{2c}.$$

Das Relais in B wird die Laufzeit haben:

$$t_b = t_o + t_1 + t_{2b}.$$

Damit die Selektion richtig erfolgt, muss unbedingt das Relais in C seinen Schalter so rasch auslösen, dass der Schalter in B nicht mehr zum Auslösen kommt. Es muss also die Differenz $t_b - t_c$ grösser sein als die Summe $(t_3 + t_4)$, d. h. als der durch die Oelschalter verursachte Abschaltverzug.

Ausserdem muss die Streuung der Relais und die Ungenauigkeit der Wandler in Betracht gezogen werden. Man wird daher in den meisten Fällen für die Differenz $t_b - t_c$ nicht unter 0,7 bis 1 sec gehen. Betrachten wir nun eine Leitung, die aus ungleich langen Teilstrecken besteht, so ist sofort klar, dass diese Zeit zusammen mit der kleinsten Streckenlänge das Gesetz der Staffelung aller zur selben Leitung gehörigen Relais, d. h. die Neigung der Geraden t festlegt. Die Staffelzeit pro km beträgt demnach: $t_s = tg\,\alpha = \frac{1}{L_{min}}$, wobei L_{min} = Länge der kleinsten Teilstrecke der Leitung bedeutet.

Liegt der Kurzschluss nahe bei D und ist die Strecke $C\,D$ doppelt so lang wie $B\,C$, so steigt die Staffelzeit t_{2c} auf 2 mal die Minimaldifferenz, d. h. beispielsweise auf 2 sec an. Beträgt nun die Summe Eigenzeit + Grundzeit 1 sec, so löst das Relais in C seinen Schalter erst in 3 sec aus, was für die Aufrechterhaltung des Parallelbetriebes der Stromquellen möglicherweise schon zu lange ist. Schlimmer wird es noch, wenn dieser Schalter aus irgend einem Grunde nicht ausschaltet. Dann tritt der nächste, vom Kurzschluss entferntere Schalter in B in die Lücke und schaltet ab. Im besten Falle, d. h. wenn die zweite Teilstrecke gerade diejenige mit der kleinsten Länge ist, ist die Laufzeit des Relais in B nur um 1 sec länger als die des Relais in C. Der Kurzschluss wird also frühestens erst nach 4 sec abgeschaltet, was für den Betrieb unbedingt zu lang ist. Die Abschaltzeiten werden noch länger, wenn der Längenunterschied der aufeinanderfolgenden Leitungsstrecken grösser ist als hier angenommen.

Dieser entschiedene Nachteil des Impedanzzeitrelais war schon bei seiner Entwicklung bekannt, so dass seit bald zehn Jahren parallel dazu ein anderes System studiert wurde, bei welchem das Impedanzrelais wie ein Differenzialrelais rein selektiv wirkt, ohne selbsttätige Zeitstaffelung. Das beim Impedanz*zeit*relais notwendige Ansprechorgan wird hier zum Hauptorgan und überwacht als *Minimalimpedanzrelais* das nach ihm liegende Leitungsstück. Das Relais ist als Kipprelais auf die Impedanz dieses Leitungsstückes eingestellt. Erfolgt ein Kurzschluss innerhalb dieser Strecke, so sinkt die vom Relais gemessene Impedanz unter seinen eingestellten Minimalwert, und das Relais löst den Schalter aus. Das Relais in der Station *B* der Leitung *AD* würde dann auslösen, wenn der Kurzschluss links von *C* liegt, würde aber nicht zur Funktion kommen, wenn der Kurzschlussort rechts von *C*, also ausserhalb der geschützten Strecke liegt. Beim Minimalimpedanzrelais liegt kein Grund vor, eine Zeitverzögerung anzubringen. Es wirkt also momentan wie das Differentialrelais.

Nun aber ergibt sich für das in *B* gelegene Relais praktisch derselbe Messwert der Impedanz, ob der Kurzschluss sehr nahe *vor* oder sehr nahe *nach C* liegt. Im letztern Falle würden also sowohl der Schalter in *C* als *auch* der in *B* fallen, womit die Selektion gestört wäre. Um dies zu verhindern, baute man an jeder Schalterstelle, z. B. in *B*, zwei Impedanzrelais ein, wovon das eine ohne Zeitverzögerung auf eine Minimalimpedanz eingestellt war, die nur 70 % der Strecke *BC* betrug, während das andere auf 130 % dieser Streckenimpedanz und eine kurze Zeit eingestellt war (Fig. 12). Dadurch konnte man auch die Fehler an der Grenze zwischen zwei Teilstrecken sicher erfassen, musste aber den Nachteil der doppelten Relaisgarnitur in Kauf nehmen. Ein anderer Nachteil, den wir beim Differentialrelais schon erwähnt haben, war damit auch verbunden. Versagte der fällige Schalter, so trat der nächste nicht für ihn ein, ausser der Fehler liege zufällig in der vom zweiten weiter greifenden Relais ebenfalls erfassten Zone (in unserem Beispiel die ersten 30 % jeder Strecke). Um eine weitere Sicherheit zu haben, müsste man an

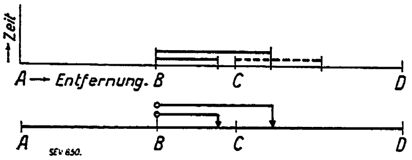


Fig. 12.
Schutz des Grenzbereiches zwischen zwei Leitungsstrecken mit einfachen Minimalimpedanzrelais.

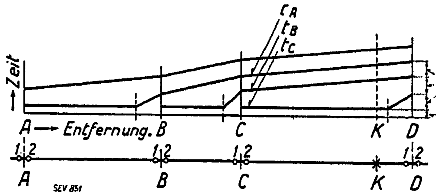


Fig. 13.
Zeitkurven des Minimalimpedanzrelais mit zeitlich fortschreitender Impedanzeinstellung.

jeder Schaltstelle ein weiteres Relais einbauen, das mit grösserer Zeitverzögerung zwei oder mehr Leitungsstrecken überwachen würde, womit der Schutz noch komplizierter würde.

Statt dessen ist es nun der M. F. O. durch einen kleinen Kunstgriff gelungen, ohne vom Prinzip der Minimalimpedanz abzugehen, sowohl die Grenzbereiche zwischen den Teilstrecken, als auch für den Fall des Versagens eines Schalters beliebig viele nachfolgende Strecken mit einem *einzigen Relais* zu schützen. Selbstverständlich musste zur Lösung dieses Problems die Zeit herangezogen werden. Der Kippwert des Minimalimpedanzrelais ist im Ruhestand z. B. auf 80 % der Impedanz der nachfolgenden Strecke eingestellt. Tritt ein Kurzschluss innerhalb dieser Strecke auf, so löst das betreffende Relais ohne Zeitvorschaltung, d. h. in der entsprechenden Eigenzeit den Schalter aus (Fig. 13). Durch das später zu erläuternde Ansprechorgan wird gleichzeitig mit dem Minimalimpedanzrelais auch ein Zeitwerk freigegeben, welches dem ersteren eine Zeit von 0,5 sec zum Ansprechen auf dem Grundbereich freigibt. Spricht das Minimalimpedanzrelais nicht an, so liegt der Fehler ausserhalb seines Grundbereiches, vielleicht gar im Bereich des

nachfolgenden Relais, dessen Schalter aus irgend einem Grunde nicht zur Auslösung kam. Das betrachtete Minimalimpedanzrelais geht nun auf die Fehlersuche. Durch das Zeitwerk wird ihm fortlaufend und stufenlos seine Einstellung verändert, d. h. sein Schutzbereich vergrössert, bis die eingestellte Impedanz die gemessene unterschreitet und das Relais auslöst. Der Fehlerort ist gefunden und seine Distanz kann an einer Zeitscheibe abgelesen werden. Durch die zeitliche Veränderung der Einstellung erhält das Minimalimpedanzrelais dieselben Eigenschaften der selbsttätigen Zeitabstufung, ohne aber die langen Zeiten in Kauf nehmen zu müssen. Nehmen wir das früher betrachtete Beispiel wieder hervor. Wir sahen dort, dass das Impedanzzeitrelais in *C* bei einem Fehler nahe von *D* in ca. 3 sec auslöst, wenn $CD = 2 \times BC$ und Fremdzeit + Eigenzeit = 1 sec ist. Für dieselben Verhältnisse würde das Minimalimpedanzrelais, sofern der Kurzschluss *vor* 80 % von *CD* liegt, praktisch momentan auslösen. Bei einer Lage des Fehlers zwischen 80 und 100 % von *CD* würde die Auslösezeit von 0,5 bis maximal zu 1,2 sec steigen. Versagt der Schalter in *C*, so löst das Relais in *B* seinen Schalter in etwas weniger als 1,9 sec aus.

Der Unterschied in der Zeitabhängigkeit des üblichen Impedanzzeitrelais gegenüber dem Minimalimpedanzrelais ist aus einer Gegenüberstellung der Distanz-Zeitdiagramme in den Fig. 11 und 13 am besten ersichtlich (Fig. 14). Die Zeitgerade des Impedanzzeitrelais steigt vom Kurzschlusspunkt unter einem bestimmten Winkel α an. Die Laufzeiten der einzelnen Relais sind durch die Ordinaten in den Punkten *A, B, C* usw. gegeben.

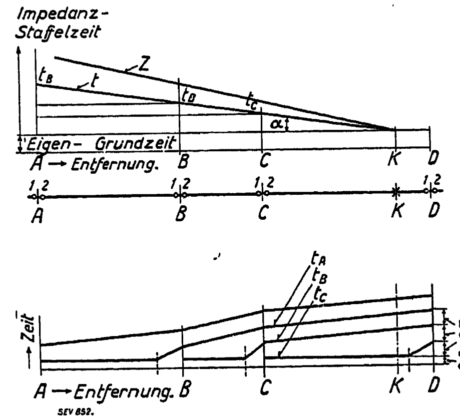


Fig. 14.
Gegenüberstellung von Fig. 11 und 13.

Je nach der Lage des Kurzschlusses verschiebt sich die Zeitgerade im Weg-Zeit-Diagramm parallel, bleibt also unter demselben Winkel zur Abszissenaxe. Eine Anpassung der Weg-Zeit-Charakteristik an die verschiedene Länge der Leitungsstrecken ist eben wegen dieser Verschiebung mit dem Kurzschlussort nicht möglich. Beim Minimalimpedanzrelais hingegen steigen die Zeitkurven vom Standort eines jeden Relais zum Kurzschlussort hin in beliebig einstellbarer, aber fest bleibender Weise an. Die Ordinate im Kurzschlusspunkt schneidet alle Zeitkurven und gibt im jeweiligen Schnittpunkt die Laufzeit der Relais an.

Wie man sieht, passt sich die Zeitkurve des Minimalimpedanzrelais den Verhältnissen der Leitung in idealster Weise an.

Mit einem derartigen Distanzrelais kann man Kabelnetze und Freileitungen (sofern letztere für niedere Spannungen sind) schützen. Handelt es sich aber um Freileitungen hoher und höchster Spannung, so treten die Kurzschlüsse oft über Lichtbogen von beträchtlicher Länge auf. Je nach Strom und Länge repräsentieren diese Lichtbogen ohmsche Widerstände, die die Grösse von 100 bis 200 Ω erreichen können. Diese Widerstände addieren sich geometrisch zur Leitungsimpedanz, fälschen die Angaben der Distanzrelais und würden viel zu lange Laufzeiten ergeben. Trägt man im Impedanz-Stromdiagramm die bei Lichtbogenkurzschluss sich ergebenden Punkte auf, so sieht man, dass sie ein ganzes Gebiet bedecken können, das in Fig. 15 schraffiert angegeben ist. Man ist daher allgemein dazu übergegangen, die *Distanzrelais* von Freileitungen *reaktanzabhängig* zu machen.

Es wäre nun bei flüchtigem Zusehen naheliegend, auch das bei allen zeitabhängigen Distanzrelais notwendige Ansprechorgan reaktanzabhängig zu machen. Nun aber ist die Netzreaktanz eine Grösse, die im Betriebe nicht nur mit der Spannung, sondern auch mit dem jeweiligen Leistungsfaktor variiert. Sie kann irgend

einen Wert innerhalb des schraffierten Gebietes der Fig. 16 annehmen. Es ist daher auch beim Minimalreaktanzrelais notwendig, ein Ansprechorgan vorzuschalten, das auf *Impedanz* reagiert.

Die bekanntesten Distanzrelais weisen als Charakteristik des Ansprechorgans eine gerade Linie oder eine Linie auf, die beinahe gerade und parallel zur Abszissenaxe verläuft. Die Entfernung dieser Geraden vor der X-Axe richtet sich je nach der

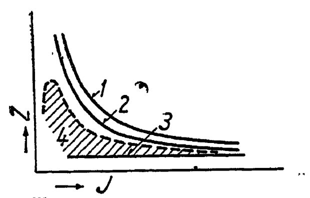


Fig. 15.
Betriebsimpedanz und Lichtbogenkurzschlüsse.
1 Betriebsimpedanz für $E = 100\%$.
2 Betriebsimpedanz für $E = 75\%$.
3 Kurzschlussimpedanz.
4 Gebiet der Lichtbogenkurzschlüsse.

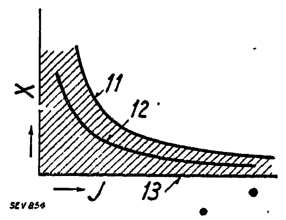


Fig. 16.
Betriebsreaktanz.
11 Betriebsreaktanz für $\cos\varphi = 0$.
12 „ „ $\cos\varphi = 0{,}7$.
13 „ „ $\cos\varphi = 1$.

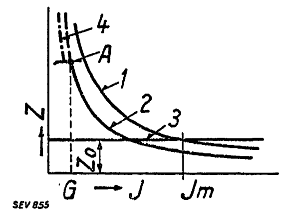


Fig. 17.
Ansprechkurve des Impedanz-Ansprechorgans.
1 Betriebsimpedanz.
2 Ansprechcharakteristik des MFO-Impedanzrelais.
3 Ansprechcharakteristik bekannter Distanzrelais.
4 Betriebsimpedanz bei abnormaler Spannungssenkung.

Anzahl Relais, die man bei einer Störung anlaufen lassen will. Entspricht die Impedanz Z_0 einer Distanz L, auf welcher sich im Minimum drei mit Relais ausgerüstete Stationen befinden, so heisst das, dass bei einem Kurzschluss stets mindestens drei hintereinander befindliche Relais anlaufen werden. Löst das erste seinen Schalter nicht aus, so ist doch Aussicht vorhanden, dass das zweite oder dritte Relais die Abschaltung besorgt.

Dieser Verlauf der Ansprechcharakteristik hat zwei grosse Nachteile. Das Funktionieren der Relais setzt erstens voraus, dass jedem Lichtbogenkurzschluss ein metallischer Kurzschluss vorangeht, der die Impedanz so stark unter die Ansprechgerade zusammenfallen lässt, dass das Steuerorgan Zeit hat anzusprechen. Wie Versuche und Praxis gezeigt haben, kommen aber häufig Lichtbogenschlüsse vor, die durch verhältnismässig hohe elektrische Widerstände, wie Baumäste, Vögel, Beschlagen der Isolatoren mit Salz oder anderer Lauge etc. eingeleitet werden, so dass die Impedanz gar nie unter diese Ansprechgerade sinkt. Wenn aber das Ansprech- oder Steuerorgan nicht zum Funktionieren kommt, ist der ganze Distanzschutz nutzlos.

Bildet man für jeden Stromwert das Verhältnis der Impedanz Z_0 zur Betriebsimpedanz, so sieht man ferner, dass diese Zahl bei kleinen Strömen weit über 1 liegt, bei I_m gleich 1 wird und bei grösseren Strömen unter 1 fällt. Die Sicherheit gegen unzeitgemässes Ansprechen nimmt also gegen I_m bedenklich ab. Es muss also Z_0 durch einen Kompromiss mit der oben erwähnten Gedankenfolge so gewählt werden, dass I_m stets grösser als der maximale jemals auftretende Belastungsstrom ist.

Die Maschinenfabrik Oerlikon hat nun dem Ansprechorgan ihres Minimalimpedanzrelais die Ansprechcharakteristik nach Kurve 2 der Fig. 17 gegeben. Diese Kurve ist wie die Betriebsimpedanz eine Hyperbel und besitzt dieselben rechtwinkligen Asymptoten. Es bleibt daher auf dem ganzen Kurvenverlauf das Verhältnis der zu einer und derselben Abszisse zugehörigen Ordinaten konstant. Der maximale Betriebsstrom ist nicht mehr begrenzt durch den Schnitt der Ansprechgerade mit der Betriebsimpedanz, sondern lediglich durch die Bemessung der Leitungen und Apparate. Durch Anzapfungen am Impedanzansprechorgan kann die Kurve beliebig höher oder tiefer gelegt werden.

Wie wir eingangs gesehen haben, nimmt die Betriebsimpedanz bei sinkender Spannung ab. Die Hyperbel nähert sich ihren Asymptoten. Bei schwacher Netz-

belastung und entsprechend kleinem Maschineneinsatz (Sonntagsbelastung z.B.) könnte bei Kurzschluss in einem Netzteil die Spannung der gesunden Netzteile stark sinken und damit vielleicht die Impedanz vorübergehend unter die Ansprechgrenze zu liegen kommen. In diesem Falle würde ein unerwünschtes und dauerndes Ansprechen des Impedanzsteuerrelais erfolgen, was selten eine Fehlschaltung, stets aber eine Ueberlastung der Spannungsspule des Reaktanzrelais verursachen würde. Auch dies kann durch rechtzeitiges Umbiegen der Ansprechkurve bei A verhindert werden.

Das Minimalimpedanzrelais besteht also aus folgenden Organen:

1. einem Impedanz-Ansprechorgan, das die Betriebsimpedanz überwacht und als Ansprechcharakteristik eine Hyperbel hat,
2. einem Minimalreaktanzorgan,
3. einem Zeitwerk, welches die Einstellung des Minimalreaktanzrelais von einem minimalen zu einem maximalen Distanz-Kippwert verändert,
4. einem Richtungsrelais, welches dieselbe Funktion auszuüben hat, wie bei andern Distanzrelais.

Konstruktive Durchbildung der einzelnen Organe.

Sowohl Impedanzansprechorgan als auch Minimalreaktanzorgan sind Balance- oder Kipprelais und können konstruktiv ähnlich ausgeführt werden. Die grundsätzliche Wirkungsweise wird am leichtesten verständlich, wenn man sich diese Relais als Spannungswage vorstellt. An jedem Ende eines Wagebalkens 1 (Fig. 18), der in der Mitte im Punkte 2 drehbar gelagert ist, greift ein Magnet an. Der Magnet rechts wird von der Spannung, der andere, links, vom Strom des überwachten Stromkreises erregt. Solange das Verhältnis von Strom und Spannung, also die Impedanz, unverändert ist, bleibt der Wagebalken in der Gleichgewichtslage. Sobald die Impedanz zusammenbricht, überwiegt der Einfluss des Strommagnetes, der Wagebalken wird nach links gekippt und schliesst den Kontakt der Oelschalterauslösung. Fliesst die Kurzschlussenergie von den Sammelschienen der betr. Station weg, so ist der Auslösekreis vom Richtrelais freigegeben und der Schalter fällt heraus.

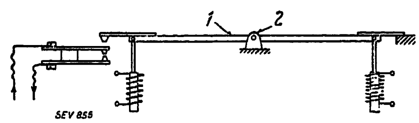


Fig. 18.
Prinzip des Minimalimpedanzrelais.

Dieses Relaisprinzip kann auf verschiedene Art verwirklicht werden, u. a. auch mit Ferrarisscheiben oder mit Drehspulen. Nach gründlichen Untersuchungen über Drehmoment und Eigenverbrauch entschied sich die Maschinenfabrik Oerlikon für das in Fig. 19 dargestellte System, welches bei maximalem Drehmoment den kleinsten Eigenverbrauch, sowie eine für die Werkstattausführung günstige Konstruktion aufweist. Es ist im Grunde genommen nichts anderes als ein Drehspulensystem, bei welchem die Drehspule nur eine einzige Windung besitzt und der Strom transformatorisch auf sie übertragen wird. Es sind also keine Stromzuführungen notwendig. Bei Wechselstromerregung des Magnetes wird sich die Schleife in diejenige Lage zu stellen suchen in der der maximale Fluss fliesst und kein Strom induziert wird, d. h. in die Mittelebene des Magnetes.

Das Drehmoment des obern Systems, welches die Spannungsspule trägt, ist proportional dem Quadrat der Spannung. Das Drehmoment des untern Systems, welches die Stromspule trägt, ist proportional dem Quadrat des Stromes. Das Relais reagiert daher auf die ***kleinsten Aenderungen der Impedanz.***

Anderseits folgt das Drehmoment eines jeden Systems in Abhängigkeit der Winkellage ebenfalls einem ungefähr quadratischen Gesetz. Der Verlauf der beiden Drehmomente über dem Ausschlagwinkel des Relais zeigt Fig. 20. Während das Drehmoment des treibenden Systems von der Anfangslage zur Endlage sehr rasch zunimmt, nimmt das Drehmoment des bremsenden Systems ebenso plötzlich ab. Die Drehmomentdifferenz wächst an bei Unterschreiten der Minimalimpedanz wie

durch die vertikalen Schraffuren in der Fig. 20 angedeutet ist. Dies gibt dem Relais den ausgesprochenen Charakter eines hochempfindlichen *Kipp*relais, welches sich *sehr scharf auf einen Minimalwert einstellen lässt.*

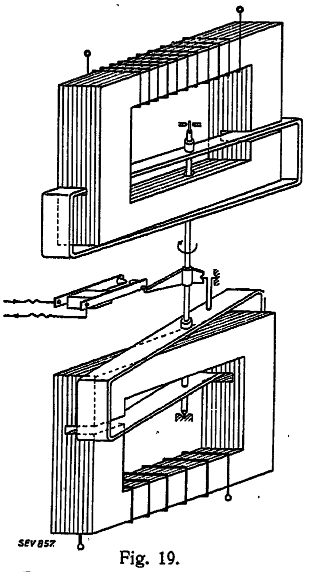


Fig. 19.
Perspektivische Darstellung des Minimalimpedanzrelais.

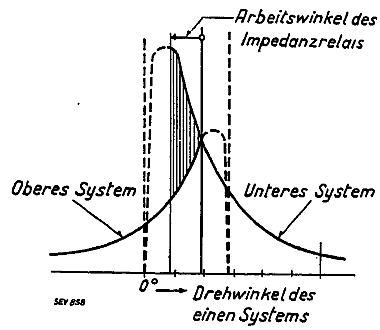


Fig. 20.
Drehmomentkurven des Minimalimpedanzrelais.

Der Verlauf der Ansprechcharakteristik des Impedanzansprechorgans nach einer Hyperbel, die sich der Betriebsimpedanz beliebig nahe anschliesst, wurde durch einen sehr einfachen Kunstgriff erreicht, wie in Fig. 21 dargestellt ist. Das Relais arbeitet grundsätzlich nach demselben Prinzip wie das einfache Minimalimpedanzrelais und ist auch gleich gebaut. Hingegen wurde zwischen dem Stromsystem (links in der Figur) und dem Wagebalken eine Feder eingesetzt. Der Strom kann nun noch so hoch anwachsen; er kann lediglich die Feder spannen. Ist diese gespannt und ist die Betriebsimpedanz unter der Einstellung des Ansprechorgans zusammengebrochen, was sich am Sinken der Spannung bemerkbar macht, dann wird der Wagebalken nach links kippen und der Schutz in Aktion treten. Eine einfache Ueberlegung zeigt, dass die Ansprechcharakteristik $\frac{E_a}{I_a} = Z_a$ in Funktion von I_a einer Hyperbel folgt, da E_a durch die Feder einen fest bestimmten Wert erhält. Durch Anzapfen der Spannungsspule und entsprechendes Aendern der Federlänge kann die Ansprechcharakteristik beliebig nahe an die Betriebsimpedanz verlegt werden.

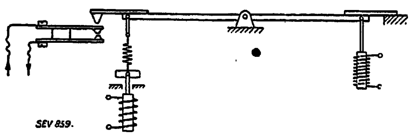


Fig. 21.
Prinzip des Impedanzansprechorgans.

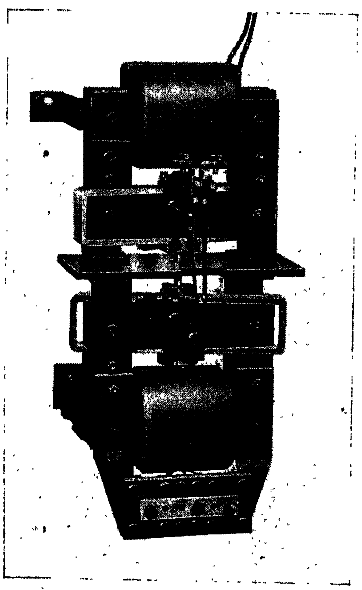


Fig. 22.
Impedanzansprechorgan.

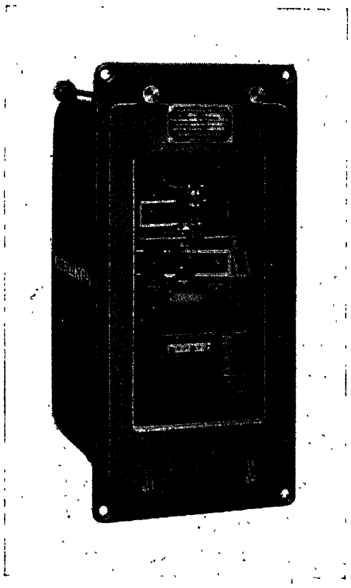


Fig. 23.
Impedanzansprechorgan.

Diese Feder ist bei der konstruktiven Ausführung als Federkupplung zwischen beiden Systemen ausgebildet worden.

Fig. 22 und 23 zeigen ein Impedanzansprechorgan, Fig. 24 ein einfaches Minimalimpedanzrelais.

Dieselbe konstruktive Lösung wurde auch für das Minimalreaktanzrelais verwendet mit dem Unterschied, dass das obere System nicht mehr als Strommessorgan, sondern als Blindleistungsmessorgan geschaltet wurde. Zu diesem Zweck wurde der bewegliche Rahmen mit einer Spannungswicklung versehen und die innere Abgleichung dieses Systems so gewählt, dass das Relais auf einen bestimmten Minimalwert anspricht:

$$\frac{E\,I \sin\varphi}{I^2} = \frac{E \sin\varphi}{I} = Z \sin\varphi = \text{Reaktanz } X.$$

Das obere System des Reaktanzrelais wird auf 90° resp. 60° abgeglichen mit Hilfe von Kondensatoren nach Fig. 25. Der Strom der Spannungsspule wird durch den vorgeschalteten Kondensator C beinahe um 90° der betreffenden Spannung vorangedreht. Ein gleich grosser aber induktiver, also nacheilender Strom wird durch die parallel geschaltete Drosselspule D aufgenommen. Der Gesamtstrom I, der dem Spannungsteiler entnommen wird, bleibt sehr klein, da er nur die Wattverluste der beiden Kreise zu decken hat. Er beeinflusst daher die Spannung an den verschiedenen Punkten des Spannungsteilers nur in minimaler, leicht zu berücksichtigender Weise. Dadurch wurde erreicht, dass man die Spannungsreduktion und Anpassung von der von den Spannungswandlern gelieferten, auf die für die Spulen benötigte Spannung mit dem einfachsten, billigsten und dauerhaftesten Apparat mit einem *Spannungsteiler,* d. h. einem Widerstand, vornehmen kann.

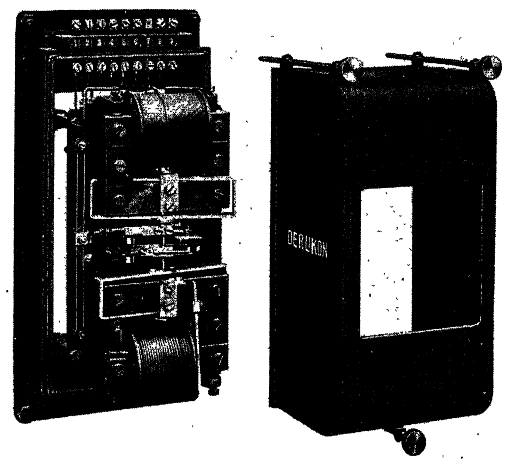


Fig. 24.
Minimalimpedanzrelais.

Durch Abgreifen verschiedener Spannungen am Spannungsteiler kann man das Minimalimpedanz- oder Reaktanzrelais den verschiedenen Wandlerübersetzungen entsprechend und auch für verschiedene Impedanzwerte einstellen. Es kann letzteres in wenigen Stufen geschehen, entsprechend Fig. 11 oder stufenlos beim Minimalimpedanzrelais mit Zeitabhängigkeit. Im letzteren Falle wird durch einen kleinen Motor der Anschlusspunkt am Spannungsteiler fortlaufend verstellt. Durch entsprechendes Wickeln des Spannungsteilers kann jede beliebige Form der Distanz-Zeit-Charakteristik in bester Anpassung an die Verhältnisse der zu schützenden Leitung erreicht werden.

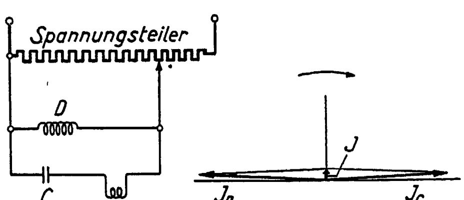


Fig. 25.
Schema des Anschlusses der Spannungsspule des Minimalreaktanzrelais.

Will man auch für die Grundstrecke vom Vorteil der Distanzanzeigevorrichtung (Fig. 26 und 27) Gebrauch machen, so muss man mit zunehmender Entfernung zunehmende Schaltzeiten in Kauf nehmen, d. h. man kommt zu einer Distanz-Zeit-Charakteristik ohne horizontalen Anfangsteil, die aber zum Unterschied von der des üblichen Distanzrelais entsprechend den Verhältnissen der zu schützenden Leitung einen gebrochenen Verlauf aufweist.

Als Richtungsorgan wird ein neues, einpoliges besonderes Energierichtungsrelais verwendet, das in Fig. 28 in dreipoliger Ausführung zur Verwendung als Generatorschutzrelais und zum Schutz paralleler Leitungen veranschaulicht ist. Es be-

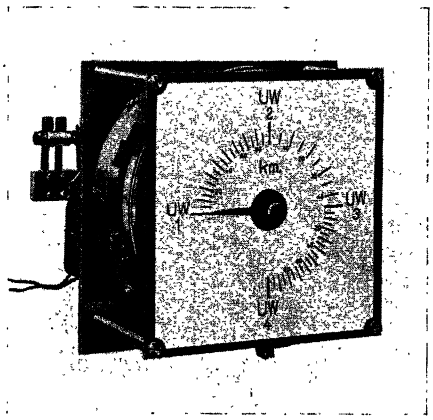


Fig. 26.

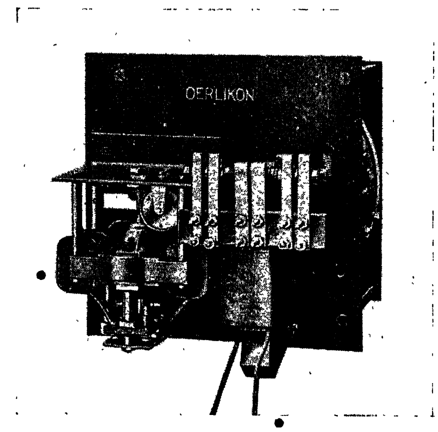


Fig. 27.

Distanzanzeigevorrichtung und Zeitwerk.

ruht auf einem ähnlichen Prinzip wie das Impedanzorgan. Auf die bewegliche Kurzschlusswindung wird die eine zu messende Grösse durch den damit verketteten Eisenkern transformatorisch übertragen. Auf den Strom in der Windung wirkt das Feld des zweiten Magneten, der von der andern Messgrösse erregt ist. Diese Konstruktion hat infolge der vorzüglichen magnetischen Verhältnisse bei kleinem Eigenverbrauch ein hohes Drehmoment. Die grosse Spannungsempfindlichkeit wird noch durch entsprechende Vorsteuerung erhöht.

Das Zusammenarbeiten der verschiedenen Organe wird in Fig. 29 veranschaulicht. Das Impedanzansprechorgan stellt eine Unterschreitung der Betriebsimpedanz fest. Fliesst die Energie von der Station weg, so spricht das Energierichtungsrelais ebenfalls an. Beide Relais geben das Minimalreaktanzrelais und gleichzeitig auch das Uhrwerk frei. Das Minimalreaktanzorgan schliesst den Auslösekreis momentan, sofern der Fehler in der eigenen Strecke liegt. Liegt er ausserhalb und hat der vorgeschaltete fällige Schalter versagt, so wird die Einstellung des Reaktanzorgans vom Zeitwerk nach vorbestimmtem Gesetz stetig geändert, bis das Relais den Kurzschlussort erreicht hat. Dann erfolgt die Auslösung.

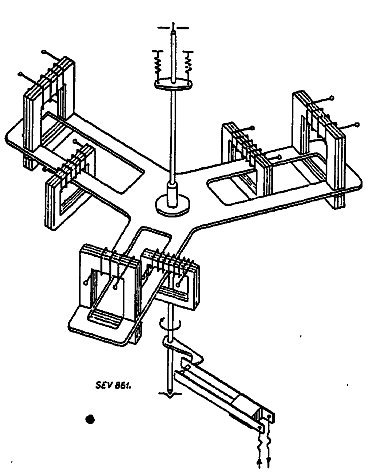


Fig. 28.
Perspektivische Darstellung eines dreipoligen Energierichtungsrelais.

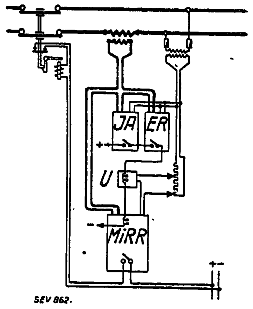


Fig. 29.
Zusammenwirken der verschiedenen Organe beim Minimalimpedanzrelais.

Die Relais werden für einen Normalstrom von 1 A und eine Normalspannung von 110 V gebaut. Der kleinste Arbeitsstrom beträgt bei der normalen Ausführung $^1/_2$ des Normalstromes.

Der Energieverbrauch beträgt 10 VA im Stromsystem und 15 VA im Spannungssystem.

Versuche und Betriebserfahrungen.

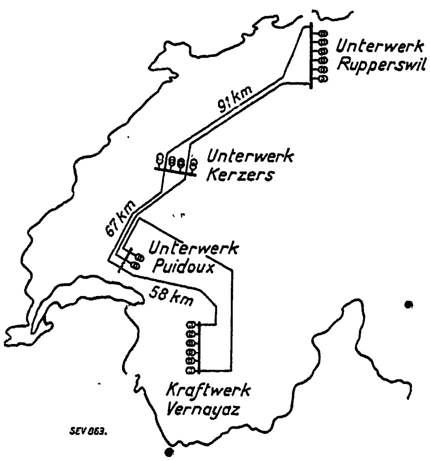


Fig. 30.
135 kV-Netz der S. B. B.

Einfache Minimalimpedanzrelais (Fig. 24), die nach dem Prinzip der Fig. 12 arbeiten, sind seit über zwei Jahren in 4 Stationen des 15 kV Netzes der Schweiz. Bundesbahnen eingebaut. Es wurde dort kein Ansprechen auf Reaktanz vorgesehen, da der relativ niederen Spannung wegen der ohmsche Widerstand der Lichtbogen keine so hohen Werte annimmt. Um den Schutz nicht zu komplizieren, hat man die event. sich daraus ergebenden Fehler in Kauf genommen. Trotz dieser Fehlermöglichkeit sind die mehr als zweijährigen Betriebserfahrungen sehr gute und aus den genauen Aufzeichnungen der Betriebsleute ist zu entnehmen, dass die Anzahl der Fälle, in denen die Selektivität nicht absolut scharf war, kaum 10% der Gesamtzahl der Störungen betrug.

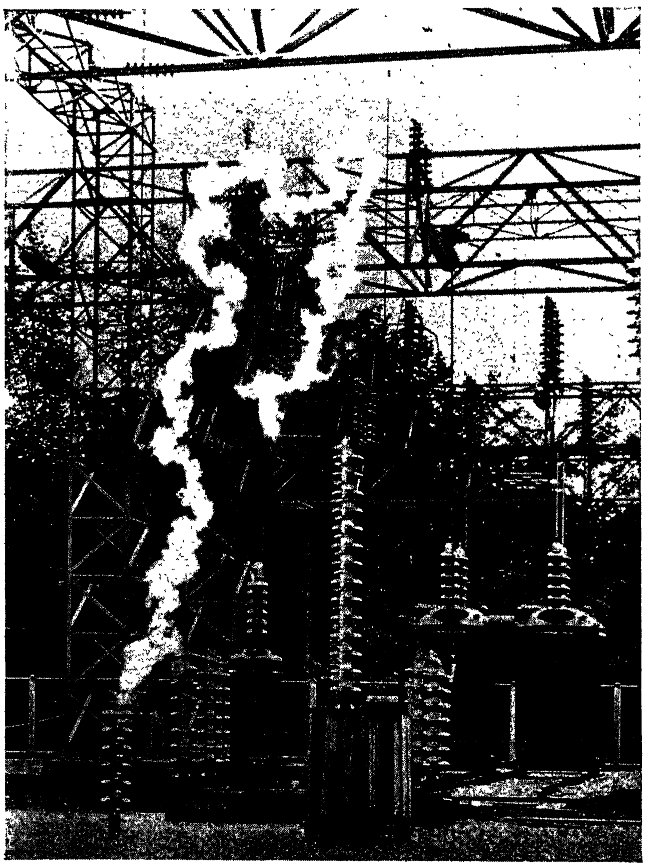


Fig. 31.
Kurzschlusslichtbogen bei 135 kV.

Minimalreaktanzrelais mit Impedanzansprechorgan für den Schutz der 132 kV Leitungen der Schweiz. Bundesbahnen (Fig. 30) sind z. Z. in Lieferung. Diese Doppelleitung mit einer Gesamtlänge von rund 220 km stellt die wichtige Nord-Südverbindung des elektrischen Netzes der Schweiz. Bundesbahnen dar, mit Hilfe welcher ein Austausch der Energie zwischen den beiden Gotthardwerken und den beiden Walliserwerken stattfinden kann. In einer ganzen Reihe von Versuchen, die mit den eingangs erwähnten Schalterversuchen verbunden wurden, sind alle möglichen Störungen nachgeahmt und das Verhalten der Relais kontrolliert worden. Der Mittelpunkt des 132 kV Netzes der Bundesbahnen ist an Erde gelegt. Nun wurde dem Impedanzschutz die Aufgabe gestellt, sowohl Kurzschlüsse als auch Erdschlüsse zu erfassen und selektiv abzuschalten, was eine nennenswerte Erschwerung der Arbeitsbedingungen der Relais bedeutet. Mit Hilfe einer Umschaltung des Minimalreaktanz-

relais, welches sich dafür vorzüglich eignet, wird es je nach der Art des vorkommenden Fehlers automatisch auf einen andern Wert eingestellt.

Diese Relais haben sich sehr gut bewährt. Sie konnten dank der besonderen Charakteristik des Impedanzansprechorgans auch Lichtbogenkurzschlüsse sicher und scharf selektiv erfassen. Eine Vorstellung von der Länge der Lichtbogen, die sich bei 132 kV bilden können, gibt Fig. 31. Wenn man dabei beachtet, dass der Stützer, der den linken Ansatzpunkt bildet, selber eine Höhe von 1,20 m besitzt und dass dazu noch eine perspektivische Verkürzung des Bildes hinzutritt, kommt man zu einer Bogenlänge von über 10 m. Dabei ergaben sich Widerstandswerte bis zu 200 Ω, was die Beobachtungen, die von anderer Seite gemacht wurden, bestätigten.

Der *Vorsitzende* verdankt dieses Referat bestens und eröffnet die *Diskussion.*

Habich-S. B. B., Bern, berichtet über 2-jährige Erfahrungen mit dem M. F. O.-Impedanzrelais. Während dem letzten halben Jahr wurde eine genaue Statistik geführt. An den Schutz von Fahrleitungen müssen besonders hohe Anforderungen gestellt werden, denn die im Bahnbetrieb sehr häufig auftretenden Kurzschlüsse sind durch grosse Stromstärken charakterisiert. Es kommt ausnahmsweise vor, dass selbst bei einer Abschaltzeit von ca. $^3/_4$ sec Kupferleiter von 107 mm² Querschnitt durch den Lichtbogen durchgeschmolzen werden. Als Hauptbedingung hat deshalb eine minimale Ansprechzeit zu gelten. Man glaubte, dass einzig ein Kipprelais dieser Bedingung genügen könnte und beschloss deshalb, Versuche mit dem M. F. O.-Impedanzrelais zu machen. Genaue Beobachtungen wurden an den Strecken Vernayaz-Puidoux und Olten-Brugg gemacht. Der auf diesen Strecken zur Verwendung gekommene Impedanzschutz entspricht demjenigen der Fig. 12 des Referates. An jeder Relais-Einbaustelle waren demnach zwei Relais vorhanden: eines mit Nullzeit- und Minimalimpedanz-(70%) Einstellung und ein zweites, das auf 130% der Streckenimpedanz und kurze Zeit eingestellt war.

Auf der Strecke Vernayaz-Puidoux wurden 35 Kurzschlüsse beobachtet. Alle wurden abgeschaltet; 7 Abschaltungen entsprachen dabei nicht ganz den Erwartungen, indem von den beiden Relais dasjenige auslöste, welches nicht hätte auslösen sollen. Dasjenige, welches hätte auslösen sollen, zeigte eine verlängerte Distanz an. Diese 7 Fälle sind aber nicht als Versager anzusehen, denn die Selektivität der Abschaltung war einwandfrei. Trotz der Kleinheit der Lichtbogenlänge wurden gelegentlich Zeitverzögerungen beobachtet, die dadurch erklärt werden, dass der Lichtbogenwiderstand die Impedanz der Leitung scheinbar vergrössert.

Auf der Strecke Olten-Brugg wurden zwei eigentliche Versager festgestellt, deren Ursachen nicht ermittelt werden konnten.

Bei im ganzen 72 registrierten Kurzschlüssen kamen also nur 2 Versager vor, ein Resultat, welches als gut bezeichnet werden kann.

Das bei den Fahrleitungen eingebaute Richtrelais arbeitet bei nahe am Relais gelegenen Kurzschlüssen nicht immer richtig, weil die Spannung für das Richtmoment zu klein ist. Die Empfindlichkeit des Richtrelais kann aber durch verschiedene Mittel noch gesteigert werden, und Versuche mit den neuesten Ausführungen haben gezeigt, dass z. B. 132 kV-Lichtbogenkurzschlüsse in unmittelbarer Nähe des Relais noch richtig abgeschaltet werden.

Stoecklin-B. B. C., Baden, äussert die Ansicht, dass die beobachteten Fälle nicht einwandfreier Abschaltung, von welchen Herr Habich berichtete, möglicherweise auf die Nachteile der Zeitstufencharakteristik zurückzuführen sind; bei Anwendung des Zeitstufenprinzipes ist die Gefahr von Ueberlappungen unvermeidbar. Demgegenüber ist dieser Uebelstand bei linear ansteigender Charakteristik nicht vorhanden. Durch passende Abstimmittel lässt sich – im Gegensatz zu den Ausführungen des Referenten – die Neigung der Zeitcharakteristik zudem stets so wählen, dass kurze Abschaltzeiten eingehalten werden.

Habich weist daraufhin, dass jene 7 nicht ganz einwandfreien Abschaltungen bei Versuchen mit einer ältern Relaisform vorgekommen seien. Versuche mit neueren Relais ergaben einen wesentlich schärferen Grenzbereich der beiden Relais. Ueberlappungen werden nie ganz zu vermeiden sein, sind aber viel weniger betriebsgefährlich, als die längeren Abschaltzeiten der Relais mit linear ansteigender Charakteristik. Vor einigen Jahren wurde das auf der Erscheinung der Spannungsabsenkung nach der Kurzschlusstelle hin aufgebaute Schutzsystem verlassen, weil sich für Fahrleitungen zu grosse Abschaltzeiten ergaben.

Der *Referent* bemerkt, dass sich die Kritik des Herrn Stöcklin nur auf die alte Ausführung des M. F. O.-Selektivschutzes mit zwei Relais beziehe, bei der tatsächlich eine gewisse Streuung im Schutzbereich der einzelnen Relais auftrat. Die neue Ausführung mit nur einem Relais weist diese Streuung nicht mehr auf. Die gestaffelte Charakteristik zieht keine nachteiligen Konsequenzen nach sich.

Prof. *Wyssling*-Wädenswil weist auf die grosse Bedeutung des Selektivschutzes im Hinblick auf die heutige weitgehende Vermaschung der Netze hin und auf die interessanten Lösungen dieses Problems, mit welchem unsere Fabrikationsfirmen an die Oeffentlichkeit treten. Letztes Jahr hörten wir Herrn Ing. J. Stöcklin über das B. B. C.-Impedanzrelais sprechen, heute Herrn Ing. Puppikofer über das M. F. O.-Impedanzrelais. Es geht daraus hervor, dass die Fabrikationsfirmen dem Selektivschutz der Netze ihre volle Aufmerksamkeit zuwenden und mit ihren Arbeiten bereits schöne Erfolge zu

verzeichnen haben. Um so überraschender ist es, dass man wenig oder nichts von der Beteiligung der Elektrizitätswerke an der Ausarbeitung des Selektivschutzes hört, und dass sie auch heute zu der Frage keine Stellung nehmen. Und doch sind es die Elektrizitätswerke, welche die Betriebserfahrungen sammeln und das letzte Wort zu sprechen haben. Diese scheinbare Uninteressiertheit der Werkskreise kommt auch dadurch zum Ausdruck, dass der im Juni 1927 auf Antrag des Kuratoriums der Denzlerstiftung vom Vorstand des S. E. V. ausgesetzte Preis von Fr. 6000.— für die Lösung der Preisaufgabe:

> „Systematische und kritische Studie der bisher angewandten Systeme und Mittel zum Schutze der Kraftwerke und der Hochspannungsverteilanlagen gegen Ueberstrom (Selektivschutz-Relais etc.), sowie Entwicklung eines praktisch brauchbaren, zuverlässig und richtig selektiv wirkenden Ueberstromschutz-Systems für den allgemeinen Fall verbundener Kraftwerke mit verknoteten Leitungsnetzen“

bisher nicht verteilt werden konnte, weil keine Arbeiten eingegangen sind[1]). Möglicherweise ist diese Erscheinung darauf zurückzuführen, dass unsere Werks-Ingenieure keine Zeit zu Forschungsarbeiten finden, weil sie durch den Betrieb überlastet sind. Die schweizerischen Elektrizitätswerke hätten aber sehr wohl die materielle Möglichkeit, wissenschaftlich gebildetes Personal zum systematischen Studium technischer Fragen anzustellen. Die Aufwendungen zu solchen Zwecken machen sich bezahlt. Eine löbliche Ausnahme machen die Schweizerischen Bundesbahnen, indem sie Betriebsfragen durch ihre Ingenieure eingehend studieren lassen, was sich auch in der heutigen Diskussion wieder in schöner Weise gezeigt hat. In der Schweiz sind die Netzverhältnisse ausserordentlich kompliziert, alle Werke sind gekuppelt. Es ist deshalb notwendig, dass durch Zusammenarbeit aktuelle technische Fragen — der Selektivschutz steht dabei an erster Stelle — gelöst werden. Es ist falsch, wenn die Werke ihre Betriebsstudien und Erfahrungen geheimhalten. Sie sollen diese bekanntgeben. Prof. Wyssling schliesst mit dem Appell an die Werke, den Selektivschutz einzuführen und Ingenieure zum Studium technischer Fragen anzustellen. Dann wird auch der Denzlerpreis verteilt werden können.

Der *Vorsitzende* dankt den Diskussionsrednern, insbesondere Herrn Prof. Wyssling, und weist darauf hin, dass der Eingabetermin für die Preisaufgabe der Denzler-Stiftung bis zum *30. Juni 1930* verlängert worden ist.

(Fortsetzung folgt.)

[1]) Siehe Bulletin S. E. V. 1927, No. 6, S. 405 und Bulletin S. E. V. 1928, No. 20, S. 678.

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Gas- und Stromverbrauch für den Kochherd.

643.36

In Frankfurt ist eine Siedelung von 1220 Wohnungen, genannt «Römerstadt», mit elektrischer Küche und Warmwasserversorgung, ohne Gasanschluss, erstellt worden. Ueber die Wirtschaftlichkeit der Versorgung mit Strom oder Gas entstanden Meinungsverschiedenheiten, welche die «Frankfurter Zeitung» zu beheben suchte, indem sie durch einen unabhängigen Fachmann, Ing. Hans Blum, Erhebungen über den Gas- bzw. Stromverbrauch in Haushaltungen anstellen liess. Das Resultat dieser Erhebungen wurde in der Technischen Beilage der «Frankfurter Zeitung» vom 24. und 31. Januar 1929 veröffentlicht. Die Publikation ist auch als Sonderdruck erschienen.

Das «Bulletin des Schweizerischen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern» hat in seiner Nummer vom Februar 1929 seinen Lesern bekannt gegeben, dass nach den Feststellungen von Ing. Blum das Verhältnis von Gas und Elektrizität in der Küche für die deutschen Städte zwischen 1 : 3 und 1 : 4, also für die schweizerischen Verhältnisse infolge des um 20 % höheren Heizwertes des Schweizergases zwischen 3,6 und 4,8 kWh für 1 m³ Gas liege.

Wenn damit gesagt werden wollte, dass die von uns festgestellte Verhältniszahl von 1 : 3 für Kochherde ohne Warmwasserapparate[1]) durch die deutschen Erhebungen widerlegt worden ist, so befindet man sich im Irrtum. Man übersah offenbar, dass Ing. Blum für Frankfurt das Verhältnis von Kochstrom plus Warmwasserstrom mit Boilern zu Kochgas plus Warmwassergas mit Gaswarmwasserapparaten festgestellt hat. Er kam so zu einer Verhältniszahl von 2,7 bis 4,2, im Mittel etwa 1 : 3,5.

Es ist klar, dass diese Verhältniszahl mit der von uns festgestellten Zahl von 1 : 3 für den Verbrauch des Kochherdes allein nicht verglichen werden kann. Denn die Verhältniszahlen für Gas- und Stromverbrauch für den Kochherd allein sind infolge des verschiedenen Wirkungsgrades ganz andere als für die Warmwasserbereitung. Bei der Warmwasserbereitung aus Gas oder Strom gilt die mittlere Verhältniszahl von ca. 1 : 4,2[2]). Da nun aber der Strompreis für Warmwasserbereitung im allgemeinen nur etwa die Hälfte des Kochstrompreises beträgt, wird das Verhältnis wieder zugunsten der Elektrizität verschoben. *Man muss daher bei solchen Vergleichen den Verbrauch für den Kochherd und für die Warmwasserversorgung trennen.*

In Frankfurt wurde diese Trennung zwar für den Stromverbrauch durchgeführt, nicht aber für den Gasverbrauch. Wenn man dies tut, indem man für den Warmwasserverbrauch

(Fortsetzung siehe Seite 270)

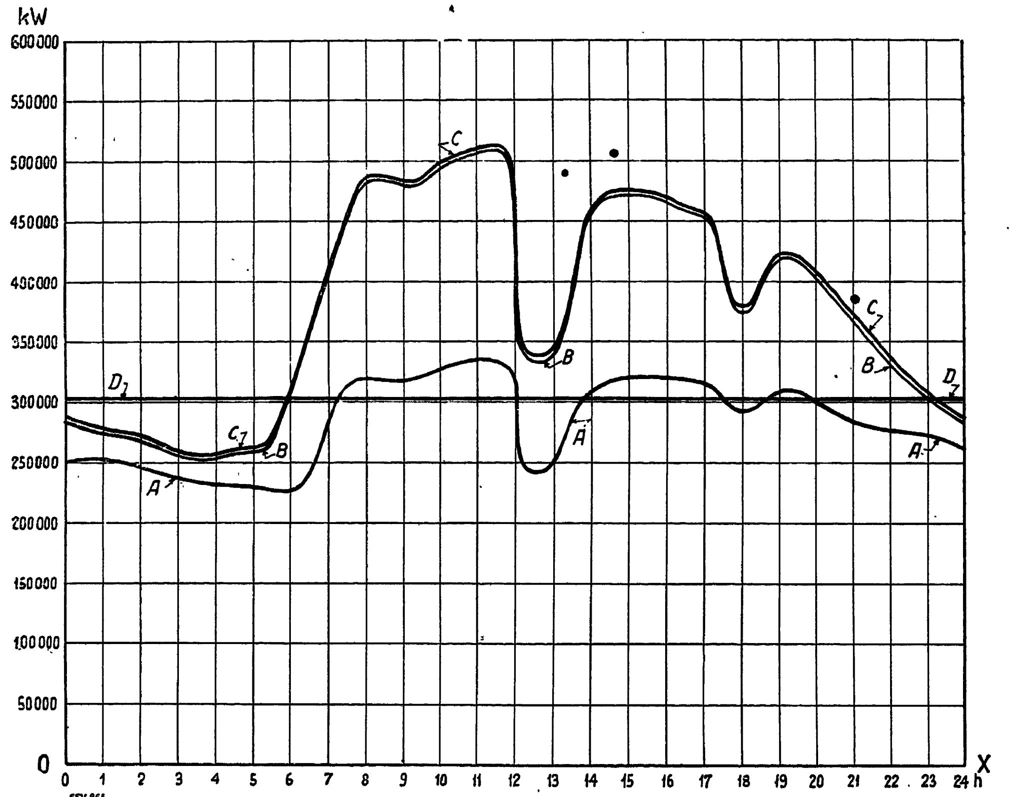
[1]) Bulletin S. E. V. 1928. No. 15.

[2]) Für deutsches Gas mit einem unteren, nicht korrigierten Heizwert von ca. 3600 Cal/m³.

Statistik des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke über die Energieproduktion.
Statistique de l'Union de Centrales Suisses concernant la production d'énergie.

[Umfassend die Elektrizitätswerke, welche in eigenen Erzeugungsanlagen über mehr als 1000 kW verfügen, d. h. ca. 97% der Gesamtproduktion¹)].
Comprenant toutes les entreprises de distribution d'énergie disposant dans leurs usines génératrices de plus de 1000 kW, c. à d. env. 97% de la production totale²)].

Verlauf der wirklichen Gesamtbelastungen am 13. März 1929.
Diagramme journalier de la production totale le 13 mars 1929.



Leistung der Flusskraftwerke . . . . = $OX \div A$ = Puissance utilisée dans les usines au fil de l'eau.
Leistung der Saisonspeicherwerke . . . . = $A \div B$ = Puissance utilisée dans les usines à réservoir saisonnier.
Leistung der kalorischen Anlagen und Energieeinfuhr . = $B \div C$ = Puissance produite par les installations thermiques et importée.
Verfügbare Leistung der Flusskraftwerke (Tagesmittel) = $OX \div D$ = Puissance disponible (moyenne journalière) des usines au fil de l'eau.

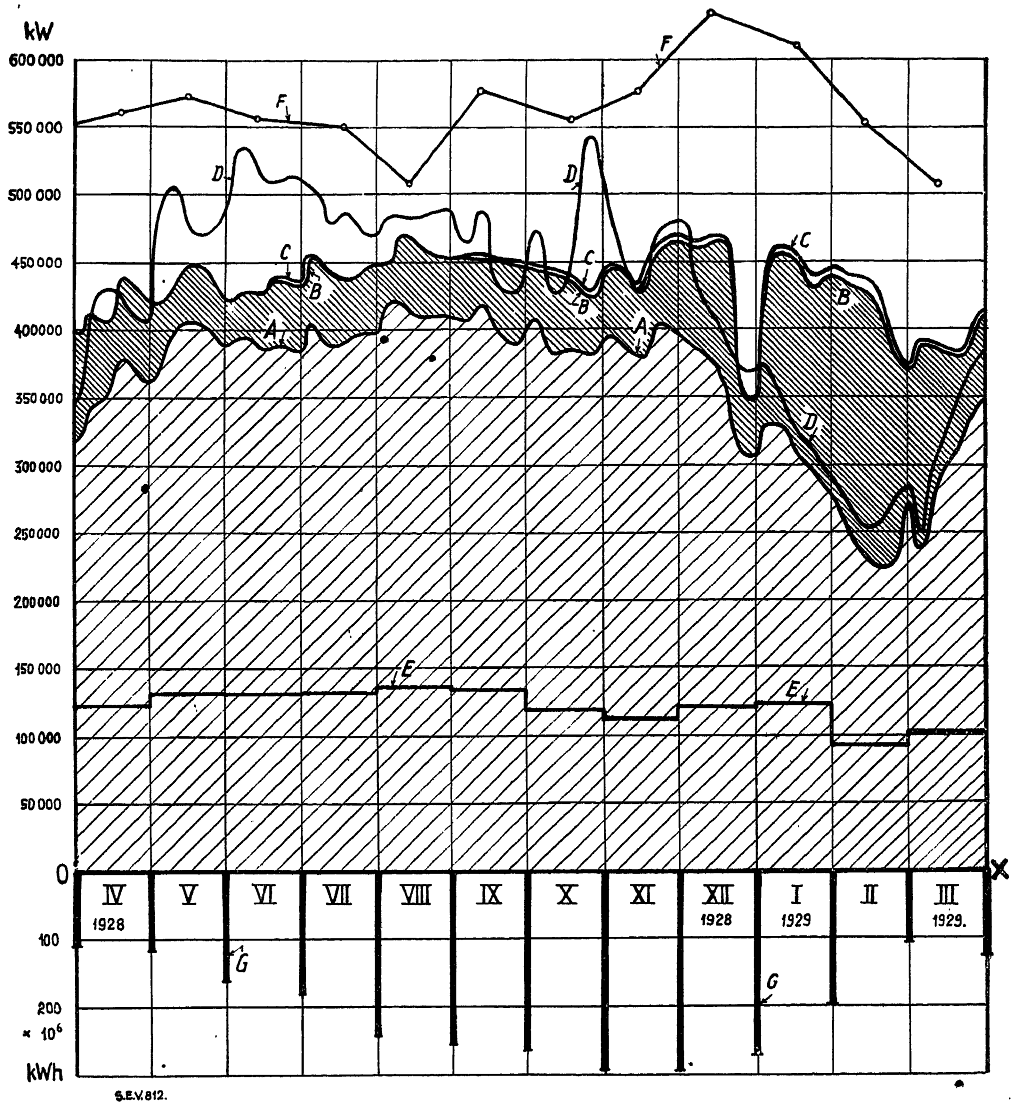
Im Monat März 1929 wurden erzeugt:		*En mars 1929 on a produit:*
In Flusskraftwerken	201,5 × 10⁶ kWh	dans les usines au fil de l'eau,
In Saisonspeicherwerken	54,7 × 10⁶ kWh	dans les usines à réservoir saisonnier,
In kalorischen Anlagen im Inland	0,2 × 10⁶ kWh	dans les installations thermiques suisses,
In ausländischen Anlagen (Wiedereinfuhr)	3,4 × 10⁶ kWh	dans des installations de l'étranger (réimportation)
Total	259,8 × 10⁶ kWh	au total.

Die erzeugte Energie wurde angenähert wie folgt verwendet:		*L'énergie produite a été utilisée approximativement comme suit:*
Allgem. Zwecke (Licht, Kraft, Wärme im Haushalt, Gewerbe und Industrie). ca.	146,9 × 10⁶ kWh	pour usage général (éclairage, force et applications thermiques dans les ménages, les métiers et les industries),
Bahnbetriebe . . . . ca.	16,3 × 10⁶ kWh	pour les services de traction,
Chemische, metallurg. und therm. Spezialbetriebe ca.	21,8 × 10⁶ kWh	pour chimie, métallurgie et électrothermie,
Ausfuhr . . . . ca.	74,8 × 10⁶ kWh	pour l'exportation,
Total ca.	259,8 × 10⁶ kWh	au total.

Davon sind in der Schweiz zu Abfallpreisen abgegeben worden: 26,7 × 10⁶ kWh ont été cédées à des prix de rebut en Suisse.

¹) Nicht inbegriffen sind die Kraftwerke der Schweiz. Bundesbahnen und der industriellen Unternehmungen, welche die Energie nur für den Eigenbedarf erzeugen.
²) Ne sont pas comprises les usines des Chemins de Fer Fédéraux et des industriels produisant l'énergie pour leur propre compte.

Verlauf der zur Verfügung gestandenen und der beanspruchten Gesamtleistungen.
Diagramme représentant le total des puissances disponibles et des puissances utilisées.



Die Kurven *A, B, C* und *D* stellen die Tagesmittel aller Mittwoche, die Kurve *E* Monatsmittel dar.

Die Wochenerzeugung erreicht den 6,40 bis 6,43fachen Wert der Mittwocherzeugung. Das Mittel dieser Verhältniszahl ergibt sich zu 6,42.

Les lignes *A, B, C, D* représentent les moyennes journalières de tous les mercredis, la ligne *E* la moyenne mensuelle.

La production hebdomadaire est de 6,40 à 6,43 fois plus grande que celle des mercredis. La valeur moyenne de ce coefficient est de 6,42.

In Flusskraftwerken ausgenützte Leistung	$= OX \div A =$	Puissance utilisée dans les usines au fil de l'eau.
In Saisonspeicherwerken erzeugte Leistung	$= A \div B =$	Puissance produite dans les usines à réservoir saisonnier.
Kalorisch erzeugte Leistung und Einfuhr aus ausländischen Kraftwerken	$= B \div C =$	Puissance importée ou produite par les usines thermiques suisses.
Auf Grund des Wasserzuflusses in den Flusskraftwerken verfügbar gewesene Leistung	$= OX \div D =$	Puissance disponible dans les usines au fil de l'eau.
Durch den Export absorbierte Leistung	$= OX \div E =$	Puissance utilisée pour l'exportation.
An den der Mitte des Monates zunächst gelegenen Mittwochen aufgetretene Höchstleistungen	$= OX \div F =$	Puissances maximums les mercredis les plus proches du 15 de chaque mois.
Anzahl der am Ende jeden Monats in den Saisonspeicherbecken vorrätig gewesenen Kilowattstunden	$= OX \div G =$	Quantités d'énergie disponibles dans les réservoirs saisonniers à la fin de chaque mois.

mit der Verhältniszahl von 1 m³ = 4,2 kWh rechnet, dann erhält man den Gasverbrauch für den Kochherd getrennt, der fast genau mit den von uns in Zürich festgestellten Zahlen für Gasküchen mit elektrischer Warmwasserbereitung übereinstimmt. Das Verhältnis von Kochgasverbrauch zu Kochstromverbrauch mit getrenntem Warmwasserverbrauch ergibt sich dann in Frankfurt zu 1 : 2,4 bis 1 : 3,4, mit Mittel 1 : 3,1. Es entspricht dem in der Schweiz festgestellten Verhältnis von im Mittel 1 : 3,6 für Kochherde mit getrennter Warmwasserbereitung. Der Unterschied liegt im verschiedenen Gasheizwert begründet. (Unterer unkorrigierter Heizwert: für schweizer Gas ca. 4100 Cal, für deutsches Gas ca. 3600 Cal). Wird das warme Wasser auf dem Kochherd erzeugt, so beträgt das mittlere Verhältnis von Gas zu Strom nach den schweizer Erhebungen *1 : 3*, für deutsches Gas wird es entsprechend etwa 1 : 2,5 betragen.

Die Ergebnisse der schweizerischen Erhebungen sind durch die deutschen Erhebungen vollauf bestätigt worden. Ing. *A. Härry.*

Aus Geschäftsberichten bedeutenderer schweizerischer Elektrizitätswerke.

Centralschweizerische Kraftwerke, Luzern, pro 1928.

Im Jahre 1928 wurden durch die Centralschweizerischen Kraftwerke und die beiden mit ihnen befreundeten und unter einer Direktion stehenden Unternehmungen in Altdorf und Schwyz zusammen 110 173 874 kWh verkauft, gegenüber 105,9 Millionen kWh im Vorjahre.

	1928 Fr.	1927 Fr.
Die Einnahmen aus Energieabgabe, Installationen und Zählermiete betrugen	4 875 977	4 699 145
Die Einnahmen aus Zinsen und Dividenden	378 833	356 287
Die Gesamtausgaben für Verwaltung, Betrieb u. Unterhalt, einschliesslich Fr. 858 161 Passivzinsen und Fr. 9062.— Verluste betrugen	2 775 745	2 716 187
Zu Abschreibungen und zur Einlage in den Reservefonds wurden verwendet	1 198 483	1 071 330
Zur Verteilung an das Aktienkapital (8 % auf 15 Millionen) und als Tantièmen gelangen	1 276 247	1 273 612

Das Aktienkapital beträgt 15 Millionen Franken, das Obligationenkapital ebensoviel. Die Gesamtanlagen (Zähler und Materialvorräte inbegriffen) stehen mit Fr. 26 572 403 zu Buche, die Wertschriften und Beteiligungen mit Franken 4 540 000.

—

Elektrizitätswerk Altdorf, pro 1928.

Im Berichtsjahre hat diese Unternehmung 45 955 800 kWh erzeugt und 14 265 450 kWh in ihrem eigenen Absatzgebiete abgegeben. Der Anschlusswert der Verbrauchsapparate im eigenen Netz stieg im Laufe des Jahres von 16 877 auf 20 218 kW.

	1928 Fr.	1927 Fr.
Die Betriebseinnahmen betrugen	1 077 546	995 409
Die Erträgnisse aus Liegenschaften, Zinsen und Dividenden	49 560	50 144
Die Gesamtausgaben (inklusive Passivzinsen)	621 704	644 994
Zu Abschreibungen und Einlagen in den Reservefonds wurden verwendet	310 192	210 486
Zur Verteilung in Form von Dividenden und Tantièmen gelangten	189 046	186 847

Das Aktienkapital beträgt 3 Millionen Franken, das Obligationenkapital ebensoviel. Die Anlagen (Liegenschaften, Zähler und Materialvorräte inbegriffen) stehen mit 6,335 Millionen Franken zu Buche, die Wertschriften mit Franken 439 251.—.

—

Elektrizitätswerke Schwyz, pro 1928.

Im Kraftwerk Wernisberg hat diese Unternehmung im Laufe des Berichtsjahres 17 578 300 kWh erzeugt. Die in den eigenen Anlagen verwendete Energie betrug ca. ⅔ davon. Der Anschlusswert der in diesen Anlagen angeschlossenen Verbrauchsapparate betrug Ende 1928 15 915 kW.

	1928 Fr.	1927 Fr.
Die gesamten Betriebseinnahmen aus Energieabgabe, Installationen und Zählermiete betrugen	645 000	620 062
Die gesamten Betriebsausgaben inklusive Passivzinsen betrugen	399 126	382 091
Zu Abschreibungen und Einlagen in den Reservefonds wurden verwendet	106 411	104 073
Zur Verteilung in Form von Dividenden (10 %) und Tantièmen gelangen	145 000	140 000

Das Aktienkapital beträgt unverändert Fr. 900 000 und das Obligationenkapital Fr. 700 000. Der Erneuerungsfonds und der Reservefonds und die übrigen Rückstellungen belaufen sich auf Fr. 447 115. Die gesamten Anlagen (inklusive Zähler, Materialvorräte und Liegenschaften) stehen mit Fr. 1 946 507 zu Buche.

—

Kraftwerk Laufenburg, pro 1928.

Wie schon im Vorjahre waren die Wasserverhältnisse im Jahre 1928 günstige und erlaubten, einen Energieverkauf in der Höhe von 384 Millionen kWh zu erzielen. (Im Vorjahre 340,2 Millionen.)

Der Geschäftsgewinn aus Betrieb und sonstigen Einnahmen betrug Fr. 6 131 578.

	Fr.
Die Generalunkosten betrugen	1 655 909
Die Obligationenzinsen	917 244
Für Fremdstrombezug wurden ausgegeben	479 516
Die Einlage in den Erneuerungsfonds, den Kapitaltilgungsfonds und den Reservefonds betrug	1 061 195

	Fr.
Die Aktionäre erhielten eine Dividende von 10 %	1 800 000
Der Verwaltungsrat eine Tantième von	111 771

Das Aktienkapital beträgt unverändert 18 Millionen, das Obligationenkapital ebensoviel.

Die Gesamtanlagen stehen mit 45,1 Millionen zu Buch, die anderweitigen Beteiligungen mit 1,53 Millionen.

—

Elektrizitätswerk Wynau A.-G., Langenthal.

Im Jahre 1928 wurden in den eigenen Anlagen 33 811 260 kWh erzeugt. An Fremdstrom bezogen und mit Dampfkraft erzeugt wurden 2 144 360 kWh. Der mittlere Erlös pro kWh ist auf 4,66 Rp. gestiegen. Die maximal abgegebene Leistung betrug 7450 kW, der totale Anschlusswert 15 760 kW.

Die Gesamteinnahmen beliefen sich auf Fr. 1 703 118 und die Gesamtbetriebsausgaben (inklusive Fr. 235 571 Passivzinsen) betrugen Fr. 970 853.

Von der Differenz von Fr. 732 265 sind Fr. 421 952 zu Abschreibungen und zu einer Einlage in den Reservefonds verwendet worden.

Das Aktienkapital von 5 Millionen erhält eine Dividende von 5 %. Die Gesellschaft hat eine Hypothekarschuld von 3,15 Millionen. Die gesamten Anlagen (inklusive Fr. 112 647 Materialvorräte) stehen mit Fr. 9 089 643 zu Buche.

—

Elektrizitätswerk Wangen a. Aare, pro 1928.

Dieses von den Bernischen Kraftwerken gepachtete Werk in Bannwil hat im Jahre 1928 58 747 000 kWh erzeugt. (Maximalleistung 8000 kW.)

	Fr.
Der von den B.K.W. bezahlte Pachtzins betrug	1 225 000
Die Einnahmen aus Aktivzinsen plus Gewinnertrag betrugen	52 638
Die Ausgaben (einschliesslich Fr. 171 945 Obligationenzinsen und Fr. 150 361 an Steuern) betrugen . .	361 020
Zu Abschreibungen und Einlagen in den Erneuerungsfonds, Kapitaltilgungs- und Reservefonds wurden verwendet	418 295
Das einbezahlte Kapital von 9 Millionen erhält eine Dividende von .	495 000

Das Obligationenkapital beträgt noch Fr. 3 821 000; die gesamten Anlagen stehen mit Fr. 14 745 764 zu Buche.

Briefe an die Redaktion. — Communications à l'adresse de la rédaction.

Auftauen eingefrorener Wasserleitungen. Technische Mitteilung in Bull. S. E. V. 1929, No. 7, S. 201. Zuschriften weisen darauf hin, dass nicht nur die in der erwähnten Notiz genannte, sondern sozusagen alle Transformatoren bauenden Firmen, z. B. auch Spälti, Söhne, Zürich, Spezialtransformatoren zum Auftauen eingefrorener Wasserleitungen herzustellen in der Lage sind.

Miscellanea.

Totenliste des S. E. V.

Erst vor kurzem haben wir zu unserm tiefen Bedauern erfahren, dass am 30. November 1928 in Lausanne *Charles Inaebnit*, geboren 1865, Mitglied des S. E. V. seit 1896, gestorben ist. Charles Inaebnit war lange Jahre Direktor der Société Suisse pour la Construction d'Accumulateurs électriques in Marly-le-Grand (Fribourg). Als dieses Unternehmen in den Besitz der Accumulatoren-Fabrik Oerlikon überging, trat der Verstorbene am 1. April 1905 als Gerant der Niederlassung Lausanne in den Dienst der Accumulatoren-Fabrik Oerlikon und leitete die westschweizerische Filiale mit grosser Umsicht bis zu seinem Hinschiede. Charles Inaebnit kannte sich vortrefflich im Accumulatorenfache aus und erfreute sich infolge seines freundlichen Wesens allgemeiner Beliebtheit.

—

Ferner haben wir aus Graz (Steiermark) die Trauernachricht erhalten, dass dort unser Mitglied, Oberingenieur *Heinrich Spyri* von Zürich, nach längerem Leiden am 30. März d. J. starb. Den uns in freundlicher Weise von der Trauerfamilie zur Verfügung gestellten Mitteilungen entnehmen wir über den Lebenslauf des Verstorbenen folgendes: Geboren am 23. Oktober 1868 in seiner Heimatstadt Zürich, studierte Heinrich Spyri daselbst an der Eidg. Techn. Hochschule, erwarb dort den Titel eines Ingenieurs, kam 1890 als Praktikant nach Paris, praktizierte auch in London und erwarb sich dabei französische und englische Sprachenkenntnisse. 1894 wurde er Leiter der Filiale Mailand der Maschinenfabrik Oerlikon. Am 5. Oktober 1896 verheiratete er sich mit Wilhelmine Grau. 1903 kehrte Heinrich Spyri in die Schweiz zurück, war in leitender Stellung in Oerlikon während 2½ Jahren, dann 6 Jahre bei der Firma Alioth in Münchenstein-Basel und siedelte 1911 nach Triest über, wo er u. a. auch bei der Elin in leitender Stellung war. 1915 musste er wegen Kriegsausbruch zwischen Oesterreich und Italien zur Elin nach Graz, war dann später Teilhaber und Direktor der Elektrizitäts-Verwertungs-Gesellschaft Wien, Niederlassung Graz, und seit 1925 selbständig als Leiter eines Ingenieurbureaus, das in Graz die Vertretung folgender Schweizer Firmen inne hatte: Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik, Winterthur; A.-G. der Maschinenfabriken Escher, Wyss &

Cie., Zürich; G. Meidinger & Cie., Basel, und Robert Aebi & Cie., Zürich. In den Jahren 1920 bis 1925 war Heinrich Spyri Präsident des Schweizervereins in Steiermark und leitete während 7½ Jahren die Lebensmittelaktionen, Suppenküchen usw. Er war lange Jahre Mitglied des Kirchengemeindeausschusses der Evangelischen Gemeinde Graz und gehörte ausser dem Schweizerischen Elektrotechnischen Verein (seit 1902) auch dem Elektrotechnischen Verein Wien und dem Oesterreichischen Verein deutscher Ingenieure Wien-Berlin an.

Sondertagung der Weltkraftkonferenz in Barcelona, 15. bis 23. Mai 1929.

Anlässlich dieser Sondertagung sollen die technischen, wirtschaftlichen und gesetzgeberischen Gesichtspunkte der Wasserkraftnutzung und Bewässerung besprochen werden nach folgendem Programm:

Mittwoch, 15. Mai:
Eröffnungssitzung, offizielles Bankett.
Donnerstag, 16. Mai:
Allgemeine, hydrologische Fragen.
Freitag, 17. Mai:
Konstruktive Fragen.
Samstag, 18. Mai:
Wirtschaftliche und finanzielle Fragen.
Sonntag, 19. Mai:
Eröffnung der Ausstellung in Barcelona.
Montag, 20. Mai:
Juristische Fragen.
Dienstag, 21. Mai:
Verbauungsarbeiten und Schutzmassnahmen im allgemeinen.
Mittwoch, 22. Mai:
Beratung über Resolutionen und Schlussfolgerungen.
Donnerstag, 23. Mai:
Schlußsitzung.

Diese Sitzungen werden im allgemeinen nur vormittags stattfinden; die Nachmittage sollen freigehalten werden, um den Teilnehmern den Besuch der Stadt und Umgebung, industrieller Unternehmungen oder der Ausstellung zu ermöglichen.

Nach Schluss der Ausstellung sollen Exkursionen zum Besuche der wichtigsten Bauten im Ebro-Tale organisiert werden. Ferner sollen auch Madrid und Sevilla besucht werden. Hiefür steht die Zeit vom 24. Mai bis 4. Juni zur Verfügung.

Teilnehmer an der Konferenz müssen eine Mitgliederkarte zum Preise von 30 Pesetas lösen. Diese berechtigt

a) zum Eintritt in die Konferenzsäle wie auch zur Teilnahme an den vom Organisationskomitee vorher angezeigten Unterhaltungen und Empfängen;
b) zur Teilnahme an den Exkursionen zu noch bekannt zu gebenden Bedingungen;
c) zum Bezuge von Eisenbahnbilletten zu reduziertem Preise. Nähere Angaben hierüber werden den Konferenzteilnehmern noch mitgeteilt;
d) zum Bezuge des Konferenzabzeichens.

Damen, die Konferenzteilnehmer zu begleiten wünschen, sind freundlich eingeladen. Es ist erwünscht, dass die Teilnehmer bei ihrer Anmeldung angeben, ob sie von Damen begleitet sein werden, damit die nötigen Vorbereitungen getroffen werden können.

Es ist zu empfehlen, die Zimmer in den Hotels möglichst rechtzeitig zu bestellen. Offizielle Agenturen der Konferenz sind: Messrs. Thomas Cook and Son.

In bezug auf weitere Auskunft wende man sich an

Sr. Secretario del Comité Nacional de la Conferencia mundial de la Energia. Direction General de Obras Publicas, Ministerio del Fomento, Madrid.

Compte-rendu du 2e Congrès de l'Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie Electrique (U. I. P. D.), tenue à Paris du 5 au 16 juillet 1928. Ce compte-rendu englobe tous les rapports présentés au congrès et constitue un beau volume de 960 pages. Les renseignements contenus dans ce volume sont du plus grand intérêt pour tous les ingénieurs occupés dans les entreprises de distribution d'énergie.

On peut ce procurer le dit volume au prix de 150 francs français augmentés des frais d'envoi par le *Secrétariat de l'U. I. P. D.*, 26 rue de la Baume, Paris.

Vereinsnachrichten.

Die an dieser Stelle erscheinenden Artikel sind, soweit sie nicht anderweitig gezeichnet sind, *offizielle Mitteilungen des Generalsekretariates des S. E. V. und V. S. E.*

Gemeinsame Geschäftsführung und Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E.

Bericht
an die Verwaltungskommission des S. E. V. und V. S. E. über das Geschäftsjahr 1928.

Die Zusammensetzung der Verwaltungskommission und des Verwaltungsausschusses während des Berichtsjahres ist aus dem Jahresheft des S. E. V. auf 1. Januar 1928 ersichtlich; sie erfuhr im Laufe des Jahres insofern eine Aenderung, als an Stelle des am 9. Juni verstorbenen Hrn. Direktor *N. Cagianut*, Bernische Kraftwerke A.-G., Hr. Direktor *P. Keller* von derselben Unternehmung trat. In bezug auf die von der Verwaltungskommission bezeichneten Delegierten für die Technischen Prüfanstalten des S. E. V. und den Leiter der Einkaufsabteilung des V. S. E. sind keine Aenderungen zu verzeichnen.

Die *Verwaltungskommission* erledigte ihre Geschäfte in drei Sitzungen. Sie befasste sich hauptsächlich mit den Angelegenheiten des Ge-

neralsekretariates und der Technischen Prüfanstalten, wobei sie jeweilen besonders dem Geschäftsgang von Materialprüfanstalt und Eichstätte ihre Aufmerksamkeit schenkte. Ferner behandelte die Verwaltungskommission die Arbeiten der gemeinsamen Kommissionen (siehe diese); am 27. April hat sie den Entwürfen für die neuen bundesrätlichen Vorschriften betreffend elektrische Starkstromanlagen, Parallelführungen und Kreuzungen elektrischer Leitungen und elektrischer Einrichtungen elektrischer Bahnen zugestimmt und deren Weiterleitung an das Eidg. Eisenbahndepartement beschlossen. Im weitern hat die Verwaltungskommission am 12. Dezember die revidierten Normalien zur Prüfung und Bewertung von isolierten Leitern, die Normalien zur Prüfung und Bewertung von Schaltern und von Steckkontakten für Hausinstallationen genehmigt und auf Grund der ihr von der Generalversammlung des S. E. V. vom 14. Juni 1925 in Lausanne erteilten Vollmacht provisorisch in Kraft gesetzt.

Der *Verwaltungsausschuss* hielt ebenfalls drei Sitzungen ab, in welchen neben den laufenden Geschäften für das Generalsekretariat die Finanzlage der Technischen Prüfanstalten des S. E. V., speziell der Materialprüfanstalt und der Eichstätte, im Vordergrund gestanden ist. Aus diesem Grunde wurden diese Sitzungen mit Beiziehung der Delegierten und der Oberingenieure der Technischen Prüfanstalten abgehalten. Im übrigen bereitete der Verwaltungsausschuss die Geschäfte der Verwaltungskommission vor.

Das *Personal des Generalsekretariates* setzte sich im Berichtsjahre wie folgt zusammen: *F. Largiadèr*, dipl. Ing., Generalsekretär; *O. Ganguillet*, dipl. Ing., Stellvertreter des Generalsekretärs und wirtschaftlicher Sekretär des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke; *H. F. Zangger*, dipl. Ing., Chef der technischen Abteilung; *H. Bourquin*, dipl. Ing., *E. Binkert*, dipl. Ing., bis 30. März, *W. Bänninger*, dipl. Ing., vom 5. März an, *M. Baumann*, dipl. Ing., vom 10. April an, *O. Hartmann*, Ing., alle der technischen Abteilung zugeteilt; *K. Egger*, Kanzleichef; *P. Rüegg*, Buchhalter und Kassier; Kanzlistinnen: Frau *L. Gehri*, Frl. *D. Kägi*, Frl. *Cl. Kreis*, Frl. *L. Linder*, Frl. *A. Nessensohn*, Frl. *H. Sprecher; Rösa Meier*, Lehrtochter; Hauswart des Vereinsgebäudes ist Hr. *A. Bertschi*.

Das *Bulletin* ist im Berichtsjahre monatlich zweimal (anstatt monatlich einmal wie bisher) erschienen, wodurch möglich geworden ist, das Hauptbindeglied zwischen den Mitgliedern und dem Verein bzw. Verband noch kräftiger zu gestalten. Die Auflage ist auf 2500 Exemplare pro Ausgabe angewachsen, wovon 400 Exemplare ins Ausland gehen.

Die Diskussionsversammlung des V. S. E. vom 17. November 1927 in Langenthal mit Referat des Hrn. Dir. Marti über die elektrische Küche, wie auch die anlässlich der Generalversammlungen beider Verbände in Baden gehaltenen Vorträge der Herren Dr. J. Kopeliowitsch und J. Stöcklin, Baden, für den S. E. V., und der Herren Prof. Meyer-Peter, Zürich, und A. Burri, Kilchberg, für den V. S. E., haben uns ermöglicht, den Inhalt des Bulletin durch Veröffentlichung der Referate wie auch der anschliessenden Diskussion zu bereichern. Ebenso waren wir in der Lage, einen interessanten Bericht des Schweizerischen Nationalkomitees über die 4. Session 1927 der «Conférence Internationale des Grands réseaux électriques à haute tension», den wir den Herren Dir. Perrochet, Prof. Dr. Bauer, Dir. Thut und Ing. H. Bourquin verdanken, zu veröffentlichen.

Da die Zahl der internationalen Konferenzen, an denen der S. E. V. und der V. S. E. beteiligt sind, in den letzten Jahren zugenommen hat und uns eine allgemeine Orientierung der Mitglieder beider Verbände über die Ziele und Arbeiten dieser Konferenzen erwünscht schien, haben wir unter verdankenswerter Mitwirkung der Obertelegraphendirektion (für das Gebiet des Schwachstromes) eine grössere Arbeit über diese Konferenzen auf dem Gesamtgebiete der Elektrotechnik im Bulletin No. 10 veröffentlicht. Wir möchten an dieser Stelle auf die Schlussbetrachtungen dieses Aufsatzes hinweisen, in welchen wir die Wünschbarkeit der Beschränkung dieser internationalen Konferenzen auf eine kleinere Anzahl betonen; wir können beifügen, dass Bestrebungen in dieser Richtung auf internationalem Boden im Gange sind.

Eine wertvolle Arbeit von allgemeinem Interesse ist diejenige des Hrn. Prof. Dr. Wyssling, in welcher er an Hand von Erhebungen für die Basler Ausstellung von 1926 über 40 Jahre Entwicklung der schweizerischen Elektrizitätswerke berichtet, und die, wie der Autor am Schlusse mit Recht bemerkt, zu einer Monographie des Werdens und des jetzigen Standes der Elektrizitätsversorgung der Schweiz ausgewachsen ist.

Es freut uns, konstatieren zu können, dass die von uns seit Jahren angestrebte Mitarbeit der Elektrizitätswerke durch Lieferung von Beiträgen im Berichtsjahre in vermehrtem Masse in Erscheinung getreten ist. Wir nehmen nach wie vor gerne solche Aufsätze oder Mitteilungen auf und sind auf Wunsch bereit, auch nur skizzenhafte Angaben im Benehmen mit dem betreffenden Werk in eine für die Veröffentlichung geeignete Form zu bringen.

Im Berichtsjahre haben wir erstmals den Versuch gemacht, hervorragende Fachleute und Männer der Wissenschaft zu veranlassen, für das Bulletin Rückblicke über die in den letzten Jahren erzielten Fortschritte auf verschiedenen Gebieten der Elektrotechnik zu schreiben. Im Berichtsjahre konnten wir eine solche Arbeit veröffentlichen, von Hrn. Prof. Dünner über die elektrischen Maschinen; weitere sollen folgen.

Gegenüber früheren Jahren haben wir in erhöhtem Masse Aufsätze von allgemeinem Interesse in deutscher und französischer Sprache erscheinen lassen, auch sind uns mehr Aufsätze von Autoren französischer Zunge zugekommen. Hierdurch wurde es möglich, dass von total 545 Seiten Hauptartikel 133 Seiten in der französischen Ausgabe des Bulletin in französischer Sprache erschienen sind (die entsprechenden Zahlen des Vorjahres sind 529 bzw. 55 Seiten). Es freut uns besonders, dass wir erstmals durch

das Entgegenkommen des Hrn. Dir. Andreoni, Lugano, eine Arbeit in italienischer Sprache erscheinen lassen konnten; Hr. Andreoni berichtete in interessanter Weise über die tessinischen Wasserkräfte.

Infolge der monatlich zweimaligen Ausgabe des Bulletins war es möglich, dem Mitteilungsteil vermehrte Beachtung zu schenken und so unsere Leser über alle wichtigeren Vorkommnisse auf dem laufenden zu halten. Der Umfang ist total 265 Seiten, wovon 122 Seiten in der deutschen Ausgabe in deutscher Sprache und in der französischen Ausgabe in französischer Sprache veröffentlicht wurden. In diesem Teil wurden auch je monatlich einmal die Statistik des V. S. E. über die Energieproduktion und die Marktpreise der für die Elektrotechnik wichtigen Materialien bekannt gegeben.

Dem gleichen Zwecke der Orientierung der Mitglieder dient die monatlich einmalige Veröffentlichung einer Liste, welche den Titel und Namen von Autoren von Arbeiten enthält, die in den wichtigeren, beim Generalsekretariat eingehenden elektrotechnischen Zeitschriften erscheinen. Diesen Angaben fügen wir, wie bisher, die Dezimalklassifikationsnummer und kurze Angaben über den Umfang der Arbeit und die Zahl der Figuren bei. Damit diese Angaben ausgeschnitten und auf Karten geklebt werden können zur Anlegung einer nach Materie geordneten Kartothek, lassen wir sie auf einseitig mit Inseraten bedrucktes farbiges Papier drucken, und ermöglichen zugleich, durch jährlichen Wechsel in der Farbe des Papiers, eine gewisse chronologische Uebersicht. Im Berichtsjahre haben wir ca. 1500 solche Literaturangaben veröffentlicht. Beim Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E. steht eine seit Anfang 1926 geführte Kartothek den Mitgliedern zur Einsichtnahme zur Verfügung.

Durch den so beschriebenen Ausbau ist der Umfang des Bulletin weiter auf 808 Seiten gestiegen, wozu noch 48 Seiten für die Titel und Autoren von in elektrotechnischen Zeitschriften veröffentlichten Arbeiten und Mitteilungen des Starkstrominspektorates über Inbetriebsetzung von Starkstromanlagen und 86 Seiten für das Jahresheft 1928 hinzukommen. Durch Verwendung von Kunstdruckpapier haben wir ein besseres Aussehen und eine schönere Wiedergabe von Autotypie-Clichés erzielt.

Wir ersuchen unsere Mitglieder, unsere Bemühungen betreffend das finanzielle Ergebnis des Bulletin durch Aufgabe von Inseraten soweit möglich zu unterstützen. Andererseits bitten wir vor allem die Elektrizitätswerke, Aufträge in erster Linie den Inserenten des Bulletin zukommen zu lassen. Zu diesem Zwecke senden wir den Elektrizitätswerken jährlich eine Liste der regelmässigen Inserenten und sind gerne bereit, diese Liste auf Wunsch hin auch anderen Interessenten zur Verfügung zu stellen.

Von den *allgemein administrativen Arbeiten* des Personals der gemeinsamen Geschäftsleitung und des Generalsekretariates seien neben der Besorgung der umfangreichen Korrespondenz besonders erwähnt: Die Vorbereitung und Vervielfältigung der Vorlagen für alle Sitzungen und Konferenzen und für die Generalversammlungen, die Abfassung und Vervielfältigung der daraus sich ergebenden zahlreichen Protokolle, die Erteilung mündlicher und schriftlicher Auskünfte, die Redaktion des Jahresheftes, die Führung der Mitgliedschaftskontrollen, die Herausgabe von Separatabzügen, der Verkauf der Publikationen des S. E. V., bei welchem auch im Berichtsjahre noch der Versand der neuen Hausinstallationsvorschriften stark ins Gewicht fiel, ferner die Sammlung von Jahresberichten, Tarifen und Reglementen der Elektrizitätswerke usw.

Zu den genannten Arbeiten kommt hinzu die Besorgung der Geschäfte der sich fortwährend erfreulich entwickelnden *Pensionskasse Schweizerischer Elektrizitätswerke (P. K. E.)* [1]. Neben dem Chef der wirtschaftlichen Abteilung waren der Kanzleichef und eine Kanzlistin durch die Geschäfte der P. K. E. beansprucht. Ueber die Entschädigung, welche die Pensionskasse dem Generalsekretariat leistet, gibt die Rechnung des letzteren Auskunft.

Der *Generalsekretär* ist, wie bisher, in erster Linie durch die allgemeine Leitung des Generalsekretariates und die Redaktion des Bulletin, sowie als Delegierter für die Materialprüfanstalt persönlich in Anspruch genommen worden, was, der Natur der Sache nach, zu häufigen Besprechungen im Schosse des Generalsekretariates wie auch mit den Delegierten und Oberingenieuren der Technischen Prüfanstalten führte. Nach jeweiliger Verständigung mit den betreffenden Vorsitzenden hat der Generalsekretär nicht nur die Sitzungen der Verbandsbehörden, sondern auch diejenigen der verschiedenen Kommissionen der beiden Verbände und die im Jahresbericht der Technischen Prüfanstalten erwähnten Konferenzen anzuordnen; soweit möglich, nimmt er an den Verhandlungen von Kommissionen persönlich teil. Besondere Obliegenheiten sind dem Generalsekretär überbunden durch das Sekretariat des Comité Electrotechnique Suisse (C. E. S.) und dasjenige des Comité Suisse de l'Eclairage (C. S. E.). Die Verwaltung des Vereinsgebäudes des S. E. V. besorgt er von Amtes wegen.

Der *Chef der wirtschaftlichen Abteilung*, wirtschaftlicher Sekretär des V. S. E., war mit den Vorarbeiten für die verschiedenen Kommissionen des V. S. E. beschäftigt, ferner mit der Auskunfterteilung auf mancherlei sonstige Anfragen wirtschaftlicher Natur aus Mitgliederkreisen und von Drittpersonen. Ferner hat der wirtschaftliche Sekretär des V. S. E. bei den im Jahre 1922 eingeführten Prüfungen von Installateur-Kandidaten als Vorsitzender der Prüfungskommission mitgewirkt; es fanden sechs solche Prüfungen statt. Er besorgte die Geschäfte der Einkaufsabteilung und leitete, wie schon erwähnt, die Geschäfte der Pensionskasse Schweizerischer Elektrizitätswerke (P. K. E.). Im übrigen kommt die Tätigkeit dieses Abteilungschefs zum Ausdruck in den Jahresberichten des V. S. E. und der Einkaufsabteilung des V. S. E.

Die *technische Abteilung* ist neben den Arbeiten für die Redaktion des Bulletin, von

[1]) Siehe 6. Jahresbericht im Bulletin des S. E. V., 1928, No. 21.

welcher an anderer Stelle dieses Berichtes die Rede ist, hauptsächlich mit Arbeiten für die Kommissionen tätig gewesen. Wir verweisen auf die diesbezüglichen Mitteilungen.

Im weiteren besorgte sie die stets umfangreichen Aufgaben der permanenten Korrosionskommission, für welche das Generalsekretariat als Kontrollstelle amtet. Für das Obergericht Bern erstattete sie in Zusammenarbeit mit der Materialprüfanstalt des S. E. V. ein Gutachten über ein bestimmtes System für Generatorenbrandschutz.

Der Chef der technischen Abteilung war überdies auch im Berichtsjahre als Sekretär des Schweizerischen Nationalkomitees für die Weltkraftkonferenz tätig.

Die dem Generalsekretariat angegliederte *Buchhaltung und Kasse* besorgte die Rechnung des S. E. V., diejenige der Technischen Prüfanstalten des S. E. V. und des Vereinsgebäudes des S. E. V., die Rechnung der V. S. E. und diejenige seiner Einkaufsabteilung, sowie die Rechnung des gemeinsamen Generalsekretariates. Ueber die finanzielle Lage der Technischen Prüfanstalten wurden wieder zuhanden der Delegierten und über diejenige des Generalsekretariates zuhanden des Verwaltungsausschusses monatlich Rapporte ausgefertigt. Fachtechnisch stehen Buchhaltung und Kasse neben der statutengemäss vorgesehenen Kontrolle durch die Rechnungsrevisoren der beiden Verbände unter der Kontrolle der Schweizerischen Treuhand-Gesellschaft.

Kommissionen des S. E. V. und V. S. E.

Ueber die Arbeiten der von den beiden Verbänden gemeinsam bestellten Kommissionen, deren Zusammensetzung im Berichtsjahre aus dem Jahresheft 1928 hervorgeht, ist, soweit über dieselben nicht besonders oder in den Berichten der beiden Verbände Auskunft gegeben wird, folgendes zu berichten:

1. *Kommission für die Korrosionsfrage* (Vorsitz: Prof. *J. Landry*-Lausanne). Wir verweisen auf den besonderen Bericht dieser Kommission, der im Bulletin 1929, No. 10, erscheinen wird.

2. Die *Normalienkommission* (Vorsitz: Dr. *K. Sulzberger*-Zürich) hat im Berichtsjahre 9 Sitzungen abgehalten, in welchen sie vor allem die Normalien für Steckdosen und diejenigen für Schalter beriet. Hiezu wurden von der Materialprüfanstalt umfangreiche Versuche mit gegenwärtig auf dem Markte befindlichem Material gemacht. Diese Arbeiten wurden soweit gefördert, dass sie von der Verwaltungskommission des S. E. V. und V. S. E. am 12. Dezember genehmigt und auf den 1. Januar 1930 provisorisch in Kraft erklärt werden konnten [2]). Ferner wurden Entwürfe des Generalsekretariates zu Normalien für Schalter und Steckdosen, die der Wärme ausgesetzt sind, beraten, die als Anhang zu den Schalter- bzw. Steckkontaktnormalien in Kraft gesetzt werden sollen.

Die Normalien, die der S. E. V. aufstellt, beschränken sich in der Hauptsache auf Bestimmungen, welche für die Sicherheit von Personen und Sachen notwendig sind, soweit diese nicht durch die Hausinstallationsvorschriften gegeben sind; die hiezu vorzunehmenden Prüfungen werden durch die Normalien festgelegt. In Bezug auf die Steckkontakte war es ferner erwünscht, eine Austauschbarkeit zwischen den Erzeugnissen verschiedener Fabriken zu erreichen, sofern es sich um dieselben Nennspannungen und -stromstärken handelt. Dies bedingt eine weitergehende Festlegung von Dimensionen, die ziemlich weit in die Konstruktion der Apparate eingreift, weitergehend, als für die Sicherung einer guten Qualität der Apparate notwendig wäre. Die Normalienkommission hat daher das Normalienbureau der Schweizerischen Normen-Vereinigung (SNV) in Zürich ersucht, für die Steckkontakte Dimensionsnormalien aufzustellen, die den Prüfnormalien des S. E. V. als integrierender Bestandteil mitgegeben werden könnten. Im Berichtsjahre fand eine Sitzung der zu diesem Zwecke vom SNV-Normalienbureau bestellten Kommission statt.

Ausserdem hat die Normalienkommission die im Jahre 1926 provisorisch in Kraft erklärten Normalien für isolierte Leiter [3]) einer Revision unterzogen unter Berücksichtigung verschiedener Wünsche, die von seiten der Fabrikanten und Verbraucher geltend gemacht worden sind. Die Abänderungsvorschläge der Kommission wurden von der Verwaltungskommission des S. E. V. und V. S. E. am 12. Dezember genehmigt [4]) und auf den 1. Januar 1929 provisorisch in Kraft erklärt.

In andern Ländern, so vor allem in Dänemark, Deutschland, Holland, Norwegen, Oesterreich und Schweden, stehen ebenfalls Normalien für Installationsmaterial in Beratung. Wir folgten diesen Beratungen, indem der Vorsitzende der Kommission und der Chef der technischen Abteilung an Tagungen der internationalen Kommission im Sommer in Oslo und im Spätherbst in Berlin teilnahmen. Die Ergebnisse der Beratungen sind für die verschiedenen Länder nicht verbindlich; sie erlauben uns aber, Kenntnis von den Absichten der umgebenden Länder bereits in einem frühen Stadium zu erhalten und unsere Wünsche rechtzeitig vorzubringen, weshalb beabsichtigt ist, diese Beziehungen weiterhin aufrecht zu erhalten.

Gegenwärtig sind folgende Normalien, die Hausinstallationsmaterialien betreffen, in Kraft:
für Kleintransformatoren (bis 500 VA),
für isolierte Leiter.

Die Technischen Prüfanstalten haben mit den nachstehend aufgeführten Firmen Verträge betreffend die Erlaubnis zur Führung des Qualitätszeichens abgeschlossen:

Für Kleintransformatoren:

Moser, Glaser & Co., Spezialfabrik für Transformatoren, Basel;
Schindler & Co., Luzern;
Walter O. M. Schröder (für Enn-Werke, Nürnberg), Wädenswil;
Siemens-E. A.-G., Abteilung Siemens-Schuckert-Werke, Zürich.

---

2) Siehe Bulletin S. E. V. 1929, No. 1, S. 12 und ff. und S. 24 und ff.

3) Siehe Bulletin S. E. V. 1926, No. 6, S. 243 und ff.
4) Siehe Bulletin S. E. V. 1928, No. 24, S. 803 und ff.

Für isolierte Leiter:

Schweizerische Draht- u. Gummiwerke, Altdorf;
Levy fils (für Kabelwerke Duisburg), Basel;
Kabelwerke Brugg A.-G., Brugg;
Société d'Exploitation des Câbles Electriques, Cortaillod;
Société Anonyme des Câbleries et Tréfileries, Cossonay;
Suhner & Cie., Draht-, Kabel- und Gummiwerke, Herisau;
Blumenthal Frères (für Süddeutsche Kabelwerke Mannheim), Lausanne;
Aktiengesellschaft R. & E. Huber, Schweizerische Draht-, Kabel- und Gummiwerke, Pfäffikon;
Draht- und Kabelwerke Stein a. Rh. A.-G., Stein a. Rh.;
Kupferdraht-Isolierwerke A.-G., Wildegg;
R. H. Gachnang (für Holländische Draht- und Kabelwerke Amsterdam), Zürich.

Das Qualitätszeichen des S. E. V. bildet für die Abnehmer eine Garantie dafür, dass die mit demselben bezeichneten Objekte den Hausinstallationsvorschriften und Normalien des S. E. V. entsprechen und, da jährliche Nachprüfungen an dem Markte entnommenen Objekten gemacht werden, auch dafür, dass diese dauernd in gleich guter Qualität hergestellt werden. Das Zeichen ist in allen der internationalen Konvention zum Schutz von Warenzeichen beigetretenen Ländern zum Schutz angemeldet; verschiedene Einsprüche gegen die Eintragung wurden zugunsten des S. E. V. entschieden. Die bisher mit der Einführung des Qualitätszeichens gemachten Erfahrungen sind gute.

Die Normalienkommission hat ferner die Frage der Farbe von Isolatoren, die im Freien verwendet werden, weiter verfolgt und abgeschlossen; der diesbezügliche Bericht ist im Bulletin S. E. V. 1928, No. 20, S. 677, veröffentlicht.

Als nächste Aufgabe wird die Kommission die Aufstellung von Normalien für Schmelzsicherungen in Angriff nehmen.

Die Mitglieder der Normalienkommission und die Mitarbeiter haben ehrenamtlich in den vergangenen vier Jahren, in welcher Zeit 39 Sitzungen stattfanden, eine grosse Arbeit in uneigennütziger Weise geleistet, für welche ihnen nicht nur die Mitglieder unserer beiden Verbände, sondern auch die Elektroinstallateure, die Unfall- und Feuerversicherungsanstalten und das schweizerische Publikum im allgemeinen dankbar sein können.

Ausser diesen Opfern an Zeit, denen noch der Zeitaufwand des Generalsekretariates und der Technischen Prüfanstalten des S. E. V. hinzuzurechnen ist, sind dem S. E. V. bisher rund 30 000 Franken direkte Auslagen für Sitzungsgelder und Reisespesen, für Versuche und für die Anmeldung und des Schutz des Qualitätszeichens im In- und Ausland erwachsen.

In der Tagespresse und in den schweizerischen technischen Zeitschriften haben wir unter dem Titel «Die elektrischen Hausinstallationen und das Qualitätszeichen des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins» in den drei Landessprachen einen Artikel erscheinen lassen, welcher auf die Bedeutung des Qualitätszeichens in bezug auf die Hebung der Qualität der bei den Hausinstallationen verwendeten Materialien und damit auf die Hebung der Betriebssicherheit der Hausinstallationen selbst aufmerksam macht. Diese Publikation findet sich im Bulletin S. E. V. 1929, No. 7, wiedergegeben.

3. *Kommission für Wärmeanwendungen* (Vorsitz: Dir. *F. Ringwald*-Luzern). Der baldigen Herstellung des Seehaus-Herdes, der wohl der erste schweizerische Akkumulierherd ist, wurde stets grosse Aufmerksamkeit geschenkt. Die Therma A.-G. in Schwanden, welche die Fabrikation dieses Herdes übernommen hat, hofft, das an der Schweizerischen Ausstellung für Frauenarbeit («Saffa») 1928 in Bern gezeigte Modell demnächst in vervollkommneter Ausführung auf den Markt bringen zu können.

Die Wärmekommission prüft auch noch andere Akkumulierherde und Kocheinrichtungen, von denen einzelne sehr interessante Aussichten eröffnen. Die Ergebnisse dieser Prüfungen sollen von Zeit zu Zeit in geeigneter Weise veröffentlicht werden.

4. Die *Kommission für Hochspannungsapparate, Ueberspannungsschutz und Brandschutz* (Vorsitz: Prof. Dr. *Bauer*-Zürich). Die Gesamtkommission hat keine Sitzungen abgehalten.

Gruppe a (Ueberstromschutz und Oelschalter; Vorsitz: Dr. *K. Sulzberger*-Zürich). Die Gruppe hat keine Sitzung abgehalten; leider haben auch im Berichtsjahre die Bemühungen, von Elektrizitätswerken mit grossen Kurzschlussleistungen die Erlaubnis für die Vornahme von Kurzschlussabschaltversuchen zu erhalten, keinen Erfolg gehabt. Ueber eine internationale Umfrage betreffend Oelschalter berichtet das Schweizerische Nationalkomitee für die «Conférence internationale des Grands réseaux électriques» an den Vorstand des S. E. V. (siehe Bulletin S. E. V. 1929, No. 11).

Gruppe b (Ueberspannungsschutz; Vorsitz: Prof. Dr. *W. Kummer*-Zürich) hat keine Sitzung abgehalten (siehe die Mitteilungen des Ausschusses für die Arbeiten mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen).

Gruppe c (Brandschutz; Vorsitz: Dir. *J. Gysel*-Zürich). Die Gruppe hat keine Sitzungen abgehalten.

5. *Ausschuss für die Arbeiten mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen* (Vorsitz: Prof. Dr. *B. Bauer*-Zürich). Der Ausschuss hielt im Berichtsjahre zwei Sitzungen ab, in welchen er sechs Arbeitsberichte des die Untersuchungen ausführenden Ingenieurs sowie zwei für das S. E. V.-Bulletin bestimmte Aufsätze durchberiet und genehmigte. Die Aufsätze sind in den Nummern 9 (Seite 292 u. ff.) und 21 (Seite 688 u. ff.) erschienen. Sie sind betitelt «Ueber die Weiterentwicklung des Kathodenstrahl-Oszillographen von Dufour zur Ermöglichung der Aufnahme von Gewittererscheinungen sowie anderer Vorgänge kürzester Dauer» und «Der Kathodenstrahl-Oszillograph als Registrierinstrument, speziell für raschverlaufende Vorgänge».

In diesen Veröffentlichungen ist die im Verlaufe des vorigen Jahres und zu Beginn des Berichtsjahres erfolgte Entwicklung und Vervoll-

kommnung der Versuchsapparatur bis zu dem heutigen Stande dargestellt, da nun die Messeinrichtung die selbsttätige Registrierung atmosphärischer Ueberspannungen und anderer sehr rasch verlaufender elektrischer Vorgänge gestattet. Nachdem in den ersten Monaten des laufenden Jahres die letzten Ergänzungen an der Versuchseinrichtung angebracht und noch einige vorbereitende Versuche im Laboratorium durchgeführt waren, konnte die Messapparatur im Frühsommer in der Umformerstation Forch der Forchbahn installiert werden. Es stunden daselbst zur Aufnahme atmosphärischer Ueberspannungen einerseits die Forchbahn-Fahrdrahtleitung und anderseits eine den Elektrizitätswerken des Kantons Zürich gehörende Uebertragungsleitung für 8000 Volt Betriebsspannung zur Verfügung. Trotzdem der vergangene Sommer, besonders im Zuge der Forchbahn, in Abweichung von früheren Jahren, verhältnismässig gewitterarm war, gelang es, eine grosse Anzahl Gewitter-Oszillogramme aufzunehmen, denen für die Beurteilung der atmosphärischen Ueberspannungserscheinungen sehr wertvolle Beobachtungen entnommen werden können. Das Ergebnis dieser Gewitterversuche ist in einem ausführlichen Bericht, der im S. E. V.-Bulletin des Jahres 1929 erscheinen wird, verarbeitet.

Durch den Erfolg der bisherigen Arbeiten ermuntert, hat der eingangs erwähnte Ausschuss den Vorständen des S. E. V. und des V. S. E. beantragt, die begonnenen Forschungsarbeiten fortzuführen und für deren weitere Finanzierung die erforderlichen Schritte zu unternehmen. Ein zu Beginn des Berichtsjahres an die Elektrizitätswerke und die Elektrizitätsindustrie unseres Landes gerichtetes Gesuch zur finanziellen Unterstützung unserer Forschungsarbeiten hatte denn auch den Erfolg, dass in sehr verdankenswerter Weise bis Ende des Jahres Beiträge von insgesamt rund Fr. 24 000.— bewilligt wurden.

Dank dieser finanziellen Unterstützung und dank einer erneuten Subvention von Seite des Aluminiumfonds Neuhausen konnten nicht nur im Berichtsjahre die Arbeiten und Versuche ungestört durchgeführt werden, sondern es ist auch deren Weiterführung für das Jahr 1929 gesichert. Zunächst sind Erdschlussversuche im Knotenpunkt eines nordostschweizerischen Energieverteilungsnetzes geplant, welche wertvolle Aufschlüsse über die mit solchen im Betriebe häufig vorkommenden Störungen zusammenhängenden Ueberspannungserscheinungen geben sollen. In der Gewitterperiode soll sodann die Messapparatur an der 132 kV-Uebertragungsleitung Vernayaz-Rupperswil der S.B.B. angeschlossen werden, eine Höchstspannungsleitung, die sich ihrer Isolation, ihrer Länge und ihres Verlaufes wegen für die beabsichtigten Versuche in hervorragendem Masse eignet.

6. *Kommission für die Revision der Starkstromvorschriften* (Präsident: Prof. Dr. *W. Wyssling*-Wädenswil). Im Bulletin des S. E. V. 1928, No. 19, Seite 644, haben wir berichtet, dass diese auch von eidgenössischen Behörden und Verwaltungen und den Schweizerischen Bundesbahnen beschickte Revisionskommission am 24. April ihre letzte Sitzung abgehalten und dass daraufhin die Verwaltungskommission des S. E. V. und V. S. E. am 27. April den ihr vorgelegten Entwürfen für neue bundesrätliche Starkstromvorschriften ihre Zustimmung gegeben hat. Vorbehalten blieb die redaktionelle Bereinigung, welche im Laufe des Sommers 1928 durch den Präsidenten der Revisionskommission, Hrn. Prof. Dr. W. Wyssling, und den Oberingenieur des Starkstrominspektorates, Herrn P. Nissen, besorgt worden ist. Am 21. September sind die so bereinigten Entwürfe als Anträge des S. E. V. an das Eidg. Eisenbahndepartement abgegangen behufs Weiterleitung an die Eidg. Kommission für elektrische Anlagen und Genehmigung durch den h. Bundesrat, und zwar wie folgt:

a) Vorschriften betreffend Erstellung, Betrieb und Unterhalt der elektrischen Starkstromanlagen;

b) Vorschriften betreffend die Parallelführungen und Kreuzungen elektrischer Leitungen unter sich und mit Eisenbahnen;

c) Vorschriften betreffend Erstellung, Betrieb und Unterhalt der elektrischen Einrichtungen elektrischer Bahnen.

Diesen Entwürfen ist ein erläuternder Bericht beigefügt worden, der im Bulletin 1928, No. 20, Seite 679 u. ff., publiziert wurde.

Soviel uns bekannt ist, sollen die oben erwähnten Entwürfe demnächst an die Eidg. Kommission für elektrische Anlagen geleitet werden, so dass deren baldige Inkrafterklärung durch den h. Bundesrat erhofft werden kann.

Die Kommission des S. E. V. und V. S. E. für die Revision der Starkstromvorschriften hat im Zusammenwirken mit den Kontrollstellen des Eisenbahndepartementes, mit der Obertelegraphendirektion und den Schweizerischen Bundesbahnen seit dem Jahre 1920 in zahlreichen Sitzungen der Gesamtkommission und von Kommissionsgruppen eine grosse Arbeit von weittragender Bedeutung zu Ende geführt, wofür das Eisenbahndepartement dem S. E. V. mit Schreiben vom 3. Oktober 1928 den besten Dank ausgesprochen hat.

Die daherigen, dem S. E. V. direkt erwachsenen Kosten für Sitzungsgelder, Reisespesen, Bureauunkosten des Generalsekretariates usw. belaufen sich auf rund 28 000 Franken. Die Spesen der in der Kommission mitarbeitenden Vertreter der Kontrollstellen des Eisenbahndepartements und der Obertelegraphendirektion sind von den resp. Verwaltungen getragen worden; die Obertelegraphendirektion hat ausserdem für die zahlreichen Vorentwürfe zu einzelnen Vorschriften in ihren Kosten jeweilen die Vervielfältigung übernommen. Ausserdem sind für Mastenfundamentversuche rund Fr. 24 500.— aufgewendet worden; ausser dem S. E. V. und V. S. E. haben an dieselben in verdankenswerter Weise die Obertelegraphendirektion, die Schweizerischen Bundesbahnen und eine Anzahl grösserer Elektrizitätswerke Beiträge geleistet. Die Schweizerischen Bundesbahnen haben in namhaftem Umfange auch Naturalleistungen übernommen.

Die *Gruppe «Hausinstallationen»* der oben genannten Revisionskommission (Vorsitz: Dir. *A. Zaruski*-St. Gallen) hat im Berichtsjahre

keine Sitzungen abgehalten. Die neuen Hausinstallationsvorschriften des S. E. V. sind auf 1. Januar 1928 in Kraft getreten; nachdem im IV. Quartal 1927 von denselben ca. 3000 Exemplare verkauft werden konnten, sind im Berichtsjahre noch weitere 3600 Exemplare zum Verkauf gelangt. Die durch die Tätigkeit dieser Kommissionsgruppe dem S. E. V. bis Ende 1927 direkt erwachsenen Kosten für Sitzungsgelder, Reisespesen, Bureauunkosten des Generalsekretariates, sowie für den Druck der neuen Hausinstallationsvorschriften in deutscher und französischer Sprache belaufen sich auf rund 26 000 Franken. Die Druckkosten der neuen Vorschriften sind durch deren Verkauf ausgeglichen worden.

Die Verwaltungskommission hat im Laufe des Berichtsjahres allen Mitgliedern und Mitarbeitern der Revisionskommission warmen Dank und Anerkennung ausgesprochen für das der Angelegenheit stets entgegengebrachte Interesse und die weitgehend in uneigennütziger Weise geleistete Arbeit, sowohl bei der Aufstellung der bundesrätlichen Starkstromvorschriften, als auch der Hausinstallationsvorschriften des S. E. V. Unser Land hat das grösste Interesse daran, dass diese neuen Vorschriften, die auch im Auslande sehr beachtet werden, nunmehr zustande gekommen sind.

7. Die *Kommission für das Studium von Störungen der Schwachstromleitungen durch Starkstromleitungen* (Vorsitz: Prof. Dr. *W. Kummer*-Zürich) hat im Berichtsjahre keine Sitzung abgehalten; dagegen verweisen wir auf den Artikel des Vorsitzenden der Kommission im Bulletin 1928, No. 6, Seite 185 u. ff. In der Sitzung vom 5. Dezember 1927 war die eine der schon bestehenden zwei Subkommissionen der Störungskommission, in welcher Industrie und Schweizerische Bundesbahnen bereits vertreten waren, durch je einen Vertreter des eidg. Eisenbahndepartementes, der Obertelegraphendirektion und der Elektrizitätswerke ergänzt worden, mit dem erweiterten Auftrag, 1. Material zur Abklärung der Oberschwingungsfrage zu sammeln, 2. eine enge Zusammenarbeit der Werke, Fabriken und Verwaltungen anzubahnen, um eine wirksame Bekämpfung der vor allem durch Motoren und Gleichrichter verursachten Störungen zu erzielen. Der Vorsitzende dieser Subkommission, Herr Kontrollingenieur G. Sulzberger-Bern, hat sich im Laufe des Berichtsjahres bemüht, in dieser Hinsicht etwas zu erreichen. Seine Anregungen haben vorläufig nur im Sinne einer unparteilichen Regelung der zwischen Schwachstrom und Starkstrom auftretenden Störungsfragen, durch entsprechende Ergänzung der Bundesvorschriften, unter Hinweis auf eine in Arbeit befindliche Wegleitung, zu einem positiven Schritt geführt. Die definitive Erledigung dieser Angelegenheit fällt nicht mehr in das Berichtsjahr.

Allgemein beantragt das Generalsekretariat auch jetzt wieder, die Verwaltungskommission wolle allen Mitgliedern des S. E. V. und V. S. E. und den Vertretern von Verbänden, Behörden und Verwaltungen, die im Jahre 1928 in Kommissionen mitgearbeitet haben, den Dank des S. E. V. und V. S. E. aussprechen.

Finanzielles. Die Betriebsrechnung des Generalsekretariates zeigt bei Fr. 216 766.99 Einnahmen und Fr. 215 744.05 Ausgaben einen Mehrbetrag der Einnahmen von Fr. 1022.94. Wir beantragen, denselben auf neue Rechnung vorzutragen.

Zürich, den 9. März 1929.

Der Generalsekretär:
(gez.) *F. Largiadèr.*

Von der Verwaltungskommission des S. E. V. und V. S. E. am 22. März 1929 genehmigt, mit dem Beschluss, den Saldo von Fr. 1022.94 auf neue Rechnung vorzutragen.

Gemeinsame Geschäftsführung und Generalsekretariat des S.E.V. u. V.S.E.

Betriebsrechnung über das Geschäftsjahr 1928.

A. Einnahmen:	*Budget* Fr.	*Rechnung* Fr.
Ordentlicher Beitrag:		
a) vom S.E.V.	59 500.–	59 500.–
b) vom V.S.E.	59 500.–	59 500.–
Entschädigung der Technischen Prüfanstalten des S.E.V. für die Führung von Buchhaltung und Kasse	16 000.–	16 000.–
Entschädigung der Einkaufsabteilung des V.S.E. für die Geschäftsführung, inkl. Buchhaltung und Kasse	10 000.–	10 000.–
Entschädigung der Pensionskasse Schweizerischer Elektrizitätswerke für die Geschäftsführung	10 300.–	10 638.30
Verkauf von Publikationen	10 000.–	30 421.89
Bulletin mit Jahresheft	6 000.–	6 103.30
Statistik der Elektrizitätswerke	1 000.–	609.25
Beitrag des V.S.E. an den Druck der Statistik	2 000.–	2 000.–
Bezahlte Auftragsarbeiten	18 000.–	18 866.35
Diverses und Unvorhergesehenes	–	127.90
Beitrag des St. I. an den Druck der Hausinstallationsvorschriften in italienischer Sprache	–	3 000.–
	192 300.–	216 766.99

B. Ausgaben:	Budget Fr.	Rechnung Fr.
Saldo vom Vorjahr	–	1 032.71
Allgemeine Verwaltungskosten	13 000.–	12 922.11
Personalkosten (Gehälter)	114 000.–	111 859.80
Reisekosten des Personals	4 000.–	3 722.–
Pensionskasse, Versicherungen	8 000.–	8 212.85
Bezahlung von Mitarbeitern	2 000.–	1 735.65
Lokalmiete	10 500.–	10 500.–
Sonstige Lokalunkosten (Beleuchtung, Heizung, Reinigung, Reparaturen)	3 000.–	2 794.39
Mobiliar	400.–	5 342.40
Bureau-Unkosten (Bureaumaterial, Porti, Telephon)	10 000.–	9 949.10
Gebrauchsdrucksachen	2 000.–	1 348.75
Herstellung verkäuflicher Publikationen	6 000.–	16 764.42
Bulletin mit Jahresheft	12 000.–	17 089.10
Statistik der Elektrizitätswerke	3 000.–	–
Bibliothek	600.–	443.07
Vergütung an die Technischen Prüfanstalten des S. E. V. für Versuche und für Sonderarbeiten	2 500.–	5 592.–
Diverses und Unvorhergesehenes	1 300.–	1 435.70
Vortrag auf neue Rechnung:		
Beitrag des V. S. E. an die Statistik } siehe Einnahmen	–	2 000.–
Beitrag des St. I. an die Hausinstallationsvorschriften } siehe Einnahmen	–	3 000.–
Einnahmen-Ueberschuss	–	1 022.94
	192 300.–	216 766.99

Comité Electrotechnique Suisse (C. E. S.).
Schweizerisches Landeskomitee der Commission Electrotechnique Internationale (C. E. I.).

—

Bericht
über das Jahr 1928 an den Vorstand des S. E. V.

—

Das C. E. S. setzte sich im Jahre 1928 folgendermassen zusammen:

Mitglieder:

Dr. *E. Huber-Stockar*, Zürich, Präsident.
Dr. *K. Sulzberger*, Ing., Zürich, I. Vizepräsident.
A. de Montmollin, Chef du Service de l'Electricité de la ville de Lausanne, II. Vizepräsident.
F. Largiadèr, Ing., Generalsekretär des S. E. V. und V. S. E., Zürich, Sekretär.
E. Baumann, Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt Bern, Bern.
Dr. *H. Behn-Eschenburg*, Verwaltungsrat der Maschinenfabrik Oerlikon, Küsnacht (Zch.).
J. Landry, professeur à l'Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne, Lausanne.
A. Muri, Chef der technischen Abteilung der Obertelegraphendirektion, Bern.
M. Schiesser, Direktor der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden.
Dr. *W. Wyssling*, Professor, Wädenswil.

Mitarbeiter:

Ch. Belli, ingénieur, Genève.
R. Dubs, Professor an der E. T. H., Zürich.
A. Huber-Ruf, Ingenieur, Generalsekretär der I. S. A. (International Federation of National Standardizing Associations), Zürich.
E. Hunziker, Oberingenieur, A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden.
Dr. *W. Kummer*, Prof. an der E. T. H., Zürich.
Dr. *H. Zoelly*, Präsident des Verwaltungsrates der A.-G. Escher, Wyss & Cie., Zürich.

Im Berichtsjahre befasste sich das C. E. S. im wesentlichen mit den Fragen, welche in den Sitzungen der C. E. I. von Bellagio im September 1927 (siehe Bulletin des S. E. V. 1928, Seite 272) den Nationalkomitees zum Studium überwiesen worden sind.

Als Sekretariat des Studienkomitees für Symbole der C. E. I. lag ihm ferner die Aufstellung von internationalen Entwürfen für weitere Symbole ob. Unter tatkräftiger Mitwirkung anderer Nationalkomitees konnten unter der Leitung von Herrn A. Muri je ein definitiver Vorschlag von graphischen Symbolen für Telephonie und Telegraphie und für drahtlose Telephonie und Telegraphie fertiggestellt und dem Generalsekretariat der C. E. I. in London zuhanden der Nationalkomitees abgeliefert werden.

Zur Behandlung seiner Geschäfte hielt das C. E. S. im Berichtsjahre zwei Sitzungen ab, eine am 22. März und eine am 18. Dezember, beide in Zürich.

Der Stand der Arbeiten in den verschiedenen von der C. E. I. behandelten Gebieten lässt sich wie folgt resümieren:

1. Nomenklatur. Das C. E. S. hatte sich mit keinen die Arbeiten dieses Studienkomitees betreffenden Fragen zu befassen. Das Nationalkomitee der Vereinigten Staaten besorgt die Aufstellung und Definition einer grossen Zahl von in der Elektrotechnik gebräuchlichen Ausdrücken.

2. Spezifikation elektrischer Maschinen. Das C. E. S. hat die in Bellagio revidierten und den Nationalkomitees zur Annahme vorgelegten allgemeinen Regeln zur Bewertung elektrischer Maschinen behandelt und einige Korrekturen und formale Ergänzungen beantragt. Insbesondere strebt das C. E. S. die Erhöhung des zulässigen Temperatursprunges zwischen Oel und Kupfer in Transformatoren an; heute ist er noch auf 10° C angesetzt. Behandelt wurden ferner Toleranzen für Wirkungsgrad, Verluste, Leistungsfaktor, Drehzahl elektrischer Maschinen, ebenso die Wirkungsgradbestimmung mittels der Methode der getrennten Verluste. Zu den diesbezüglichen Dokumenten der C. E. I. machte das C. E. S. Ergänzungs- und Aenderungsvorschläge.

3. *Symbole.* Als Sekretariat des Studienkomitees der C. E. I. für Symbole hat das C. E. S. vorgeschlagen, die mit Mängeln behaftete C. E. I.-Publikation der allgemeinen graphischen Starkstromsymbole durch eine vollständig neue Publikation zu ersetzen. Der Vorschlag ist von der C. E. I. angenommen worden. Die diesbezüglichen Arbeiten sind im Gange.

Vom 24. bis 27. April 1928, ferner am 25./26. September 1928 fanden in Bern unter dem Vorsitz von Herrn A. Muri Sitzungen des internationalen Sub-Komitees für graphische Schwachstromsymbole statt. An beiden Tagungen gelang es, über je eine Sammlung graphischer Symbole für Telephonie und Telegraphie, sowie für drahtlose Telephonie und Telegraphie eine Einigung zu erzielen. Die diesbezüglichen Vorschläge sind, wie schon erwähnt, inzwischen durch das Generalsekretariat der C. E. I. in London allen Nationalkomitees zur Aeusserung überwiesen worden.

Arbeiten zur Aufstellung von Entwürfen für Relais-Symbole und revidierte Traktions-Symbole sind im Gange.

Das deutsche Nationalkomitee hatte vorgeschlagen, als Symbol für die Einheit der Frequenz «Hertz», abgekürzt «Hz» einzuführen. Das C. E. S. ist indessen der Ansicht, dass man davon absehen könne, für die Einheit der Frequenz einen Namen und ein Symbol festzulegen. Ausserdem ist «Hz» insofern kein gut konzipiertes Symbol, als es zwei Buchstaben enthält und diese zudem nebeneinander eine Multiplikation andeuten.

4. *Hydraulische Motoren.* Ueber Abnahmeversuche an Wasserturbinen sind von der Plenarversammlung in Rom, 1927, angenommene Regeln publiziert worden.

5. *Dampfturbinen.* Vom 21. bis 25. Mai 1928 fanden im Haag Sitzungen des Studienkomitees für Dampfturbinen der C. E. I. statt. Das C. E. S. war durch drei Experten, die Herren Ing. Dr. J. von Freudenreich (A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden), Ing. E. Müller (Maschinenfabrik Oerlikon, Oerlikon), und Obering. P. Spiess (Maschinenfabriken Escher, Wyss & Cie., Zürich) vertreten. In diesen Sitzungen wurden die 1927 in Bellagio gepflogenen Verhandlungen fortgeführt. Die Ergebnisse wurden von einem Redaktionskomitee, in welchem auch die Schweiz vertreten ist, redigiert und sollen in einer weiteren, im Jahre 1929 in England stattfindenden Zusammenkunft des Studienkomitees weiter diskutiert und vervollständigt werden. Man hofft, der Plenarversammlung vom Jahre 1930 ein Dokument über Versuche an Dampfturbinen zur Annahme vorlegen zu können.

6. *Lampensockel und Fassungen.* Das deutsche Nationalkomitee hat einen den Berührungsschutz von Fassungen betreffenden Vorschlag gemacht. Das C. E. S. wird nach Fühlungnahme mit schweizerischen Fabrikanten zu diesem Vorschlag Stellung nehmen.

7. *Aluminium.* Am 16. November 1928 versammelte sich in Paris das Studienkomitee für Aluminium der C. E. I., zusammen mit Vertretern der vier grossen Staatslaboratorien von Deutschland, Frankreich, Grossbritannien und den Vereinigten Staaten, zwecks Aufstellung von Vorschlägen zu weiteren Aluminium-Normalien. Man einigte sich über Leitfähigkeit, Temperaturkoeffizienten, Dichte, Zugfestigkeit von gezogenen, nicht ausgeglühten Drähten.

8. *Spannungen.* Als neue, von der C. E. I. zu normalisierende Spannungen, hat das C. E. S. auf Grund der schweizerischen Normen folgende Spannungen vorgeschlagen: 6, 12, 24, 36, 48 V, ferner 660 V und 380 000 V.

Toleranzen für Prüfspannungen von Isolatoren sollen keine zugelassen werden. Dem internationalen Vorschlag, die Nass- und Trokkenprüfung von Isolatoren bei derselben Spannung (2 U + 10 000 V) vorzunehmen, lehnt das C. E. S. ab und beantragt, entsprechend den S. E. V.-Vorschriften, Herabsetzung der Nass-Prüfspannung um 15 % gegenüber der Trockenprüfspannung. Für die Behandlung einer Reihe weiterer Fragen sollen die S. E. V.-Vorschriften wegleitend sein.

9. *Traktionsmotoren.* Die C. E. I. hat im Jahre 1926 in New York Normen für Traktionsmotoren und 1927 in Bellagio einige Ergänzungen behandelt und in der Hauptsache angenommen. Gleichzeitig befasst sich die Union Internationale des Chemins de fer (U. I. C.) mit diesen Fragen. Das C. E. S. hat eine Verschiebung der Inkraftsetzung der C. E. I.-Normen beantragt, bis die U. I. C. ihre Normen abschliessend behandelt haben wird.

10. *Isolieröle.* Das C. E. S. stimmte einer C. E. I.-Methode zur Abfüllung der Oelmuster zu.

11. *Freileitungen.* Es stand keine Frage zur Diskussion.

12. *Radiolampen-Sockel.* Das C. E. S. hat der Spezifikation des europäischen Typs der Radiolampen-Sockel zugestimmt. Die Spezifikation des amerikanischen Typs ist in Vorbereitung.

13. *Messinstrumente.* Im C. E. S. standen keine Fragen zur Diskussion.

14. *Spezifikation der Flussläufe.* In der Behandlung der Fragen, welche in dieses Gebiet fallen, besteht eine gewisse Doppelspurigkeit zwischen der C. E. I. und der Weltkraftkonferenz (W. P. C.); das C. E. S. bemüht sich, darauf hin zu wirken, dass diese Doppelspurigkeit verschwindet. Zur Diskussion stehende Fragen wurden durch eine Kommission des C. E. S., bestehend aus den Herren Prof. Dr. Wyssling und Prof. Dubs, behandelt.

In den Studiengebieten *15. Schellack, 16. Klemmenbezeichnung, 17. Oelschalter, 18. Elektrische Anlagen auf Schiffen* standen im Berichtsjahre keine neuen Fragen zur Diskussion.

Dem Generalsekretariat der C. E. I. wurde ein Antrag zur Aufstellung normaler Stromstufen eingereicht, da diese, wie die normalen Spannungen, als Grundnormen für die rationelle Fabrikation der elektrischen Einrichtungen anzusehen sind.

Das Generalsekretariat des S. E. V. und des V. S. E. hat über die verschiedenen internationalen Konferenzen auf dem Gebiete der Elektrotechnik im Bulletin des S. E. V. 1928, No. 10, S. 313, eine Abhandlung erscheinen lassen, wobei an erster Stelle die bisherige Entwicklung der C. E. I. dargestellt und ein Ueberblick über die seit deren Gründung zustande gekommenen Vereinbarungen gegeben wird.

Für das Comité Electrotechnique Suisse,

Der Präsident:	Der Sekretär:
(gez.) Dr. *E. Huber.*	(gez.) *F. Largiadèr.*

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke | REDAKTION Zürich 8, Seefeldstr. 301 | Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité

Verlag und Administration | Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G. Zürich 4, Stauffacherquai 36/38 | Editeur et Administration

XX. Jahrgang
XXe Année | Bulletin No. 10 | Mai II
Mai II 1929

Bericht über die Diskussionsversammlung des S. E. V.

Samstag, den 9. März 1929, 8 h 45
im Hotel Schweizerhof in Olten.

(Fortsetzung von No. 9, Seite 267, und Schluss.)

Leistungsaustausch zwischen unabhängigen Leitungsnetzen.
(Schlupfumformer.)

Referat von *F. Grieb,* Ingenieur, Baden.

621.313.4 + 621.313.6 : 621.312 (0064)

Der Autor erörtert die Nachteile der Kupplung zweier unabhängiger Netze durch zwei Synchronmaschinen oder durch eine Synchron- und eine Asynchronmaschine, erwähnt die Krämer-Regulierung und den Steinmetz-Umformer und zeigt, dass den Anforderungen der Praxis bei der Kupplung unabhängiger Netze — keine Rückwirkung von Belastung und Frequenz des einen Netzes auf das andere, Unabhängigkeit der übertragenen Leistung vom Frequenzverhältnis der beiden Netze, beliebige Regulierbarkeit von Richtung und Grösse der übertragenen Leistung — eine Umformergruppe genügt, welche aus einer Synchron- und einer Asynchronmaschine besteht, wobei an letztere eine Kommutatorkaskade angeschlossen ist. Es werden Schaltung und Wirkungsweise einer solchen Umformergruppe behandelt und ausgeführte Anlagen beschrieben. Zum Schlusse geht der Autor auf die Netzkupplungsprobleme ein, welche mit Vorteil durch diesen Umformer gelöst werden können.

L'auteur signale les inconvénients de la marche en parallèle de deux réseaux indépendants par l'intermédiaire de deux machines synchrones ou d'une machine synchrone et d'une machine asynchrone, mentionne le réglage d'après Krämer, le convertisseur de Steinmetz, puis montre que pour satisfaire aux exigences de la pratique quant au couplage de réseaux indépendants — c'est-à-dire réaction nulle de la charge et de la fréquence des réseaux l'un sur l'autre, puissance transmise indépendante du rapport des fréquences des deux réseaux, réglage quelconque du sens et de l'amplitude de la puissance transportée — il suffit d'un groupe comprenant une machine synchrone, une machine asynchrone et une machine Scherbius. L'auteur décrit le couplage en cascade et le mode de fonctionnement d'un groupe de ce genre, ainsi que des installations entières. En terminant, il passe aux problèmes de couplage entre réseaux, susceptibles d'être résolus avantageusement à l'aide de ce convertisseur.

Werden unabhängige Leitungsnetze über Umformergruppen miteinander gekuppelt, so sind die an sie gestellten Anforderungen ganz besonderer Natur.

In jedem Leitungsnetz ist die Verteilung der Wattleistung auf die das Netz speisenden Generatoren nur abhängig von der Einstellung der Regler (Tourenregler) der zugehörigen Antriebsmaschinen.

Wird die für die Kupplung verwendete Umformergruppe aus zwei Synchronmaschinen gebildet, so werden die beiden Netze starr miteinander verbunden. Die

Frequenz des einen Netzes multipliziert mit dem Polzahlverhältnis der beiden Synchronmaschinen muss gleich der Frequenz des andern Netzes sein. Eine bestimmte Belastung verteilt sich im ganzen Netz entsprechend der Einstellung der Turbinenregler, womit der Belastungszufluss eindeutig festgelegt wird. Dadurch wird auch die Richtung und Grösse der Leistung bestimmt, die über das Kupplungsglied fliesst, ohne dass dieses letztere irgend einen Einfluss darauf ausüben kann. Wenn wir die beiden Netze auf gleiche Polzahl reduzieren, so spielt eine zwischen zwei Netzen gedachte Umformergruppe, bestehend aus zwei Synchronmaschinen, die gleiche Rolle wie ein Transformator oder wie ein einfaches Leitungsstück, je nachdem eine Spannungstransformation stattfindet oder nicht. Der Unterschied besteht zum Nachteil der Gruppe nur darin, dass das Kupplungsband, wenn es sich um einen Transformator oder ein Leitungsstück handelt, sehr stark überlastbar ist, indem es bis an dessen thermische Belastungsgrenze belastet werden kann, während die Umformergruppe relativ bald die Kippgrenze erreicht, d. h. die Maschine aussertritt fällt und damit das Kupplungsband zerrissen wird. Soll dies vermieden werden, so muss das eine der beiden Netze derart reguliert werden, dass die über die Kupplung fliessende Energiequote in den gewünschten Grenzen gehalten wird. Ist die Netz-Konfiguration nicht kompliziert, so ist es denkbar, dass dies automatisch geschehen kann, sonst aber wird eine Handregulierung bedingt, die ihrerseits aber unter Umständen doch noch eine Fernmessung erfordern kann und zwar dann, wenn die Gruppe nicht an einem Ort steht, wo die Beeinflussung der Frequenz des einen Netzes möglich ist.

Automatisch kommt man auf den Gedanken, die eine der beiden Maschinen, welche den Umformer bilden, durch eine Asynchronmaschine zu ersetzen. Die Tourenzahl der Gruppe wird durch die Frequenz des Netzes diktiert, an welchem die Synchronmaschine angeschlossen ist und dadurch wird der Schlupf der Asynchronmaschine gegenüber dem Netz, an welches sie angeschlossen ist, festgelegt. Andererseits ist aber bei einer Asynchronmaschine die Leistung mit der Schlüpfung proportional, und zwar sowohl als Generator wie als Motor, je nachdem die Schlüpfung positiv oder negativ ist, d. h. die Durchgangsleistung ist eine Funktion des Frequenzverhältnisses der beiden Netze. Die durch eine solche Umformergruppe als Kupplungsband übertragene Leistung ist analog wie bei zwei Synchronmaschinen abhängig von der Einstellung der Regler der Antriebmaschine der das Netz speisenden Generatoren. Die Asynchronmaschine nimmt immer Leistung aus ihrem Netz auf, wenn die Frequenz ihres Netzes, auf gleiche Polzahl bezogen, höher ist als die des gekuppelten Netzes und umgekehrt wird sie generatorisch arbeiten, wenn die Frequenz ihres Netzes kleiner ist.

Wenn der Widerstand im Läuferkreis der Asynchronmaschine vergrössert wird, ist es wohl möglich, zu einem bestimmten Schlupf die Grösse der Leistungsübertragung zu beeinflussen, dagegen ist es nicht möglich, auf die Richtung der Leistung, die über die Kupplung fliesst, irgendwelchen Einfluss auszuüben. Eine Gruppe mit einer Asynchronmaschine hat gegenüber einer solchen mit zwei Synchronmaschinen den Vorteil, dass jede Leistungsänderung mit einer Schlupfänderung verbunden ist und somit auch eine Tourenänderung zur Folge hat, so dass kurzzeitige Belastungsänderungen von den rotierenden Massen aufgenommen werden können. Dagegen ist die Gruppe für den Beharrungszustand nicht elastischer als eine Gruppe, bestehend aus zwei Synchronmaschinen.

Wenn wir uns die Frage stellen, ob eine der besprochenen Gruppen den Bedürfnissen der Praxis für die Kupplung von unabhängigen Netzen entspricht, so werden wir dies verneinen müssen. Eine Kupplung von Netzen ist nur dann elastisch, wenn die Belastungsverhältnisse und damit die Frequenz eines Netzes keine Rückwirkung auf das andere haben; wenn die durch das Kupplungsband übertragene Leistung unabhängig gemacht werden kann vom Frequenzverhältnis der beiden zusammengeschlossenen Netze. Es soll möglich sein, je nach den Bedürfnissen eine konstante Quote halten zu können oder aber soll sie in Funktion der Frequenz des einen der beiden Netze eingestellt werden können. Die erstere Bedingung ist

identisch mit einem Generator, dessen Antriebmaschine mit konstanter Oeffnung, resp. für eine Turbine mit konstanter Beaufschlagung arbeitet, während die zweite Bedingung einer Regulierung der Antriebmaschine mit einer bestimmten Statik gleichkommt, d. h. jeder Frequenz entspricht eine bestimmte zugeordnete Leistung.

Eine Umformergruppe, die diesen Bedingungen genügen kann, besteht aus einer Synchron- und einer Asynchronmaschine, wobei an die letztere eine Kommutatorkaskade angeschlossen wird, die nach Fig. 1 geschaltet ist.

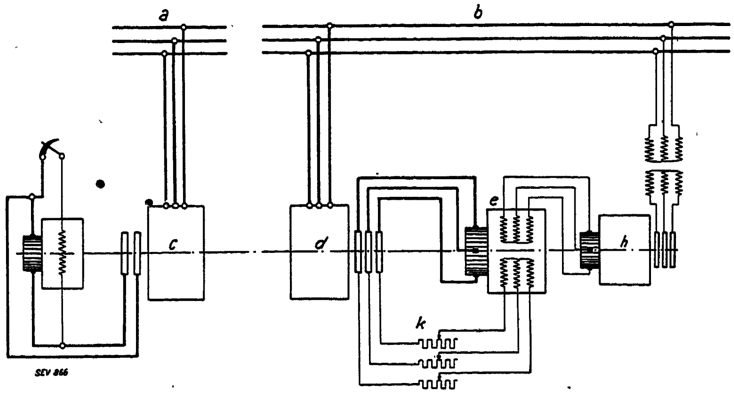


Fig. 1.
Schema des Schlupfumformers.
a, b = Netze, welche zu kuppeln sind
c = Synchronmaschine
d = Asynchronmaschine
e = Scherbiusmaschine
h = Frequenzumformer

Die Tourenzahl der Gruppe ist gleich der synchronen des Netzes, an welches die Synchronmaschine angeschlossen ist und wird bestimmt durch die Frequenz desselben.

Wenn die Asynchronmaschine allein als Motor mit einer bestimmten mechanischen Belastung arbeitet, so entsteht an den Schleifringen der Asynchronmaschine eine mit dem Schlupf der Maschine proportionale Spannung mit Schlupffrequenz. Mit der Schlüpfung ist der Rotorstrom proportional, damit auch die Leistung der Maschine bei Voraussetzung konstanter Klemmenspannung.

Ferner wirkt auf den Rotorkreis auch die Klemmenspannung der Scherbiusmaschine. Diese gibt an ihre Klemmen als Kollektormaschine eine Wechselspan-

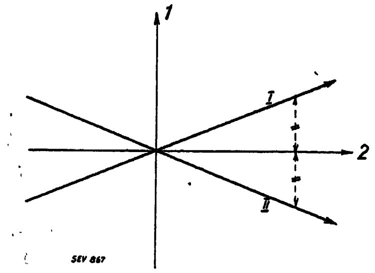


Fig. 2.

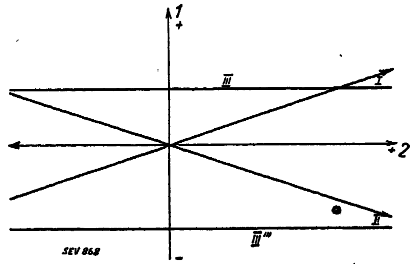


Fig. 3.

nung von der Frequenz ihrer Erregung, was bedingt, dass sie mit Schlupffrequenz erregt werden muss. Die eine Erregerwicklung der Scherbiusmaschine wird von den Schleifringen des Hauptmotors gespeist, und zwar über einen Widerstand *k*. Derselbe wird so dimensioniert, dass er den induktiven Widerstand der Erregerwicklung stark überwiegt, so dass der mit dem Schlupf, resp. der Schlupffrequenz *variable* induktive Spannungsabfall vernachlässigt werden kann, wodurch der Erregerstrom der Scherbiusmaschine mit grösster Annäherung proportional dem Schlupf wird. Durch eine entsprechende Schaltung dieser Erregung wird erreicht, dass die Klemmenspannung an der Scherbiusmaschine der Schlupfspannung proportional und ihr entgegengesetzt wird. Würde diese Erregung allein wirksam sein, so wäre

damit erreicht, die Schlüpfung der Asynchronmaschine in beliebigen Grenzen verändern zu können, d. h. dasselbe Resultat, welches mit einer Widerstandsänderung im Rotorkreis auch möglich wäre, womit jedoch das verlangte Ziel, die Kupplung elastisch zu gestalten, nicht erreicht ist. Treffen wir nun die Schaltung in der Weise, dass die Klemmenspannung an der Scherbiusmaschine *gleich* und entgegengesetzt der Schlupfspannung wird, so kommen wir zum Schlupfleistungs-Diagramm Fig. 2. Darin bedeutet die Ordinate 1 die Schlupfspannung resp. die ihr annähernd proportionale Leistung und die Abszisse 2 die Schlüpfung der Asynchronmaschine.

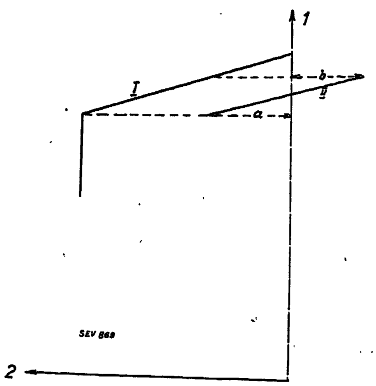


Fig. 4.

Die beiden Spannungen I und II geben als Summe jederzeit als wirksame Spannung im Rotorkreis Null und damit auch einen Rotorstrom Null, somit *keine Drehfeldleistung.*

Jede weitere auf den Rotorkreis wirkende Spannung ist einzig massgebend für den Rotorstrom und damit für die Leistung der Maschine.

Wenn es uns gelingt, eine Spannung mit Schlupffrequenz, die noch nach gewünschten Gesetzen reguliert werden kann, in den Rotorkreis einzuführen, so ist unsere Aufgabe erfüllt; denn dann wird die Leistung der Gruppe unabhängig von der Schlüpfung und damit auch vom relativen Frequenzverhältnis der beiden Netze; *die Kupplung ist elastisch.*

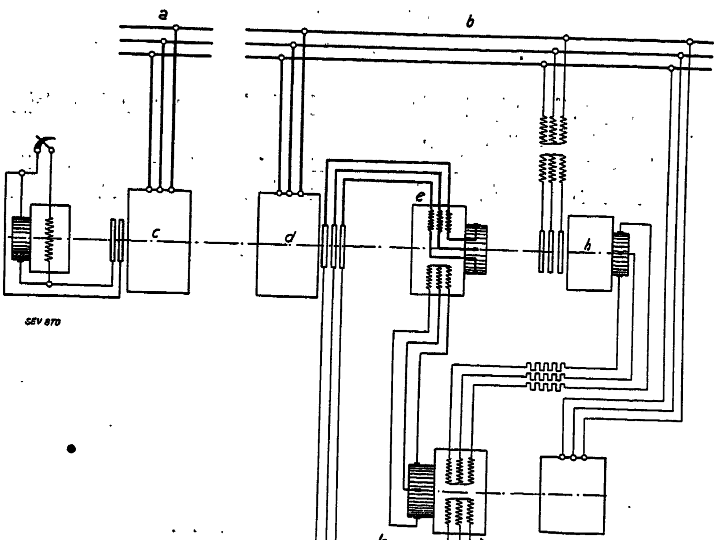


Fig. 5.
Schema des Schlupfumformers mit Erregermaschine im Erregerkreis der Scherbiusmaschine.

Diese notwendige Erregerspannung wird einem Frequenzumformer entnommen, der mit der Asynchronmaschine starr gekuppelt ist, so dass seine Kommutatorspannung bekanntlich mit der Schlupffrequenz pulsiert. Die Grösse und Richtung dieser Spannung kann durch eine entsprechende Speisung nach Belieben verändert werden. Mit dieser Spannung wird nun eine zweite Erregerwicklung der Scherbiusmaschine gespeist und die von dieser Erregung herrührende Spannung ist die einzig wirksame Komponente im Rotorkreis, gemäss Fig. 3.

Die genannte Veränderung der Spannung am Frequenzumformer kann entweder damit erreicht werden, dass die zugeführte Spannung entsprechend verändert wird oder aber dadurch, dass der Umformer mit konstanter Spannung gespeist wird und die Bürsten am Frequenzumformer verdreht werden, womit dasselbe Resultat erreicht wird. Wird diese Spannung konstant gehalten, so ist die durch die Gruppe fliessende Leistung konstant. Wird sie in Funktion der einen oder andern Frequenz

der beiden Netze verändert, so ändert auch die über die Kupplung fliessende Leistung ihre Grösse proportional.

Es sei noch erwähnt, dass die vom Frequenzumformer herrührende Spannung auf positive und negative Werte eingestellt werden kann, so dass die Asynchronmaschine sowohl als Generator als auch als Motor nach dem genannten Gesetze arbeiten kann.

Wird die im Rotor der Asynchronmaschine wirkende Spannung in Abhängigkeit der Frequenz des einen Netzes reguliert, so kommen wir zu den Verhältnissen gemäss Fig. 4. Darin bedeutet die Ordinate 1 die Frequenz desjenigen Netzes, in dessen Abhängigkeit die Spannung am Frequenzumformer reguliert wird, 2 die Gesamtleistung dieses Netzes, I stellt die Abhängigkeit der Leistung von der Frequenz dar, während II die Charakteristik der Umformergruppe bedeutet. Wie daraus ersichtlich ist, arbeitet die Gruppe in bezug auf das Netz I bis zu einer bestimmten Frequenz generatorisch und über dieser Frequenz motorisch.

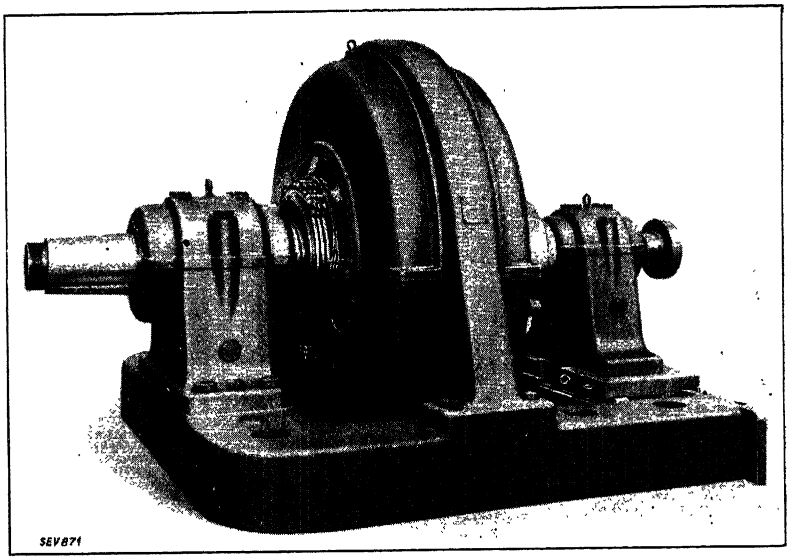


Fig. 6.
Scherbiusmaschine einer Umformergruppe von 9000 kVA zur Kupplung von 2 Netzen von $16\frac{2}{3}$ und 42 Per/sec. Ansicht von der dem Kollektor entgegengesetzten Seite.

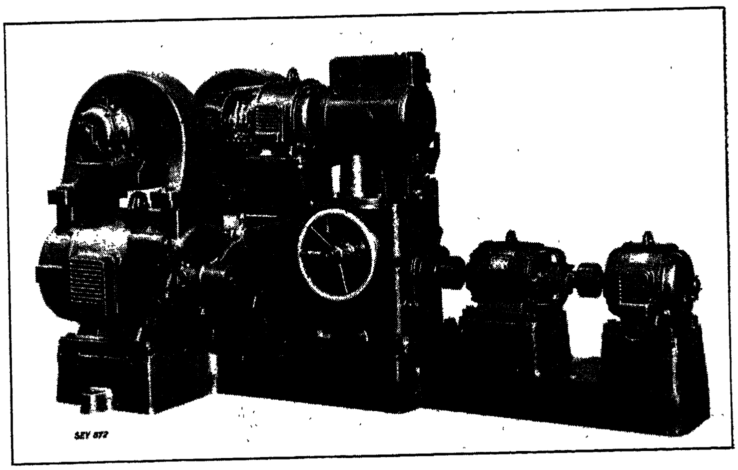


Fig. 7.
Zum Umformer der Fig. 6 gehörende Reguliergruppe.

Der Vollständigkeit halber zeigt Fig. 5 nochmals die gleiche Schaltung wie Fig. 1, nur mit dem Unterschied, dass eine Erregermaschine in dem Erregerkreis der Scherbiusmaschine eingeschaltet ist, die nur den Zweck hat, die Verluste im Erregerkreis zu reduzieren und den Wirkungsgrad der Anlage zu verbessern.

Ganz speziell bemerkenswert ist bei dieser Schaltung der Scherbiuskaskade, dass sie ohne jegliche zusätzliche Regulierorgane wie Schnellregler etc. arbeitet und damit das richtige Arbeiten der Gruppe nicht von empfindlichen Regulierorganen

abhängig gemacht wird. Von besonderem Interesse ist ferner noch, dass die Asynchronmaschine voll und auch sogar überkompensiert werden kann, so dass sie hinsichtlich Lieferung von wattlosem Strom identisch wird mit einer Synchronmaschine.

Die nachfolgenden Bilder zeigen einige Ausführungen von solchen Umformergruppen. Fig. 6 zeigt die Scherbiusmaschine einer Umformergruppe von 9000 kVA, die zwei dreiphasige unabhängige Netze von $16^2/_3$ und 42 Per/sec miteinander kuppelt. Auf der dem Kollektor entgegengesetzten Seite ist der Frequenzumformer in den Lagerschild eingebaut. In Fig. 7 ist die zu diesem Umformer gehörige Reguliergruppe dargestellt. Die Veränderung der Spannung wurde bei dieser Anlage auf der Primärseite des Frequenzumformers vorgenommen, und zwar mit Hilfe eines Doppelinduktionsreglers (resp. zwei gekuppelte Einfachregler). Die Steuerung des Induktionsreglers erfolgt durch einen Turbinenregulator, der die Spannung in Funktion der Frequenz des einen Netzes reguliert, oder von Hand ohne Pendel, wenn die Spannung auf einem konstanten Wert gehalten werden soll. Das horizontal angeordnete Turbinenpendel wird mit einem Synchroninduktionsmotor angetrieben, der an das Netz angeschlossen ist, dessen Frequenz für die Abhängigkeit der Leistung in Betracht kommt. Fig. 8 zeigt eine Frequenzumformergruppe von 4000 kVA, die zur Kupplung zweier Netze von 50 und 42 Per/sec verwendet wird. Links aussen ist die zugehörige Regulierung der Spannung am Frequenzumformer durch Bürstenverschiebung ersichtlich, die von einer Reguliergruppe gesteuert wird (Fig. 9), welche nach dem gleichen Prinzip aufgebaut ist wie die Gruppe gemäss Fig. 7, nur fallen die beiden Induktionsregler weg, indem hier der Servomotor nicht Induktionsregler steuert, sondern die genannte Bürstenverschiebung.

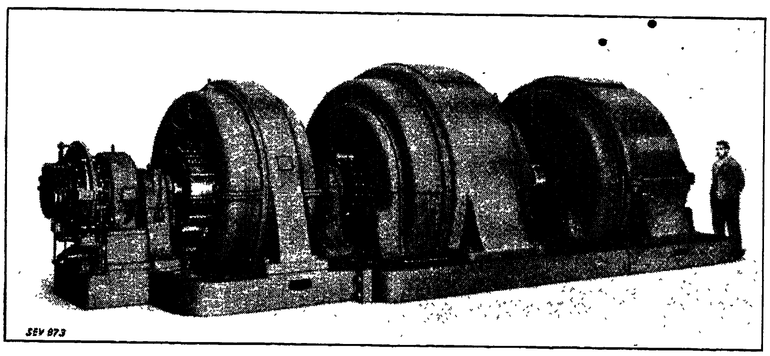


Fig. 8.
Umformergruppe von 4000 kVA zur Kupplung zweier Netze von 42 und 50 Per/sec.

Die Umformergruppe mit der Scherbiuskaskade, wie sie beschrieben wurde, bildet nicht die einzige Möglichkeit, unabhängige Netze elastisch zu kuppeln. Eine weitere Möglichkeit gibt die sogenannte Krämer-Regulierung gemäss Fig. 10. Bei dieser Ausführung wird an die Welle der Umformergruppe eine Gleichstromhintermaschine gekuppelt, die ihrerseits die Schlupfenergie über einen Einankerumformer an die Welle abgibt. Diese Schaltung erleidet gegenüber der Scherbiusregulierung die Einschränkung, dass die Gruppe mit einem Schlupf von min. ca. 3–4 % arbeiten muss, so dass unter Umständen eine ungünstige Wahl für die Polzahl der beiden die Gruppe bildenden Maschinen getroffen werden muss, was unter Umständen teure Maschinen und grosse Regulierleistung bedingt. Weiter benötigt diese Schaltung für die Beeinflussung der Leistung zusätzliche Regulierorgane, von welchen das richtige Arbeiten der Gruppe abhängig ist. Die Gruppe mit Krämer-Regulierung kann nur für ganz bestimmte Frequenzverhältnisse der zu kuppelnden Netze hinsichtlich Preis und Wirkungsgrad mit der Scherbiusgruppe konkurrieren. Ferner erlaubt sie keine Kompensation der Asynchronmaschine.

Noch eine Ausführung einer elastischen Kupplung ist der sog. Steinmetz-Umformer. Gemäss Fig. 11 wird das eine Netz an den Stator eines Asynchronmotors, das andere Netz an den Rotor der gleichen Maschine angeschlossen. Der Rotor des Umformers rotiert mit einer Tourenzahl entsprechend der Differenz der Frequenz der beiden Netze. Die zur Leistungsübertragung benötigte, resp. frei-

werdende Schlupfenergie wird über eine Gleichstromhintermaschine von einer Umformergruppe bezogen, resp. an sie abgegeben, die aus einer Gleichstrom- und einer Asynchronmaschine besteht, welch letztere an das eine der gekuppelten Netze angeschlossen ist. Die Gruppe wurde in Europa wenig ausgeführt. Meines Wissens stehen zwei kleine Anlagen in Italien, die seit einigen Jahren im Betrieb sind; doch seither wurden m. W. keine weiteren Anlagen mehr aufgestellt. Bei grosser Frequenzdifferenz der beiden Netze werden die Hintermaschinen ziemlich gross, während bei Frequenzgleichheit die Hintermaschinen das volle Drehmoment auch bei Stillstand abgeben müssen, was auch eine grosse Dimensionierung derselben verlangt und zudem hinsichtlich Ventilation und Erwärmung das Problem ziemlich kompliziert.

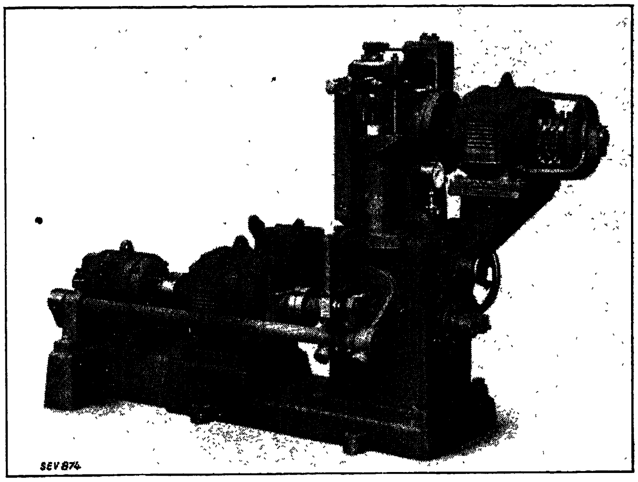


Fig. 9.
Zum Umformer der Fig. 8 gehörende Reguliergruppe.

Wie aus vorstehenden Ausführungen ersichtlich ist, hat die Technik Lösungen gegeben, die erlauben, unabhängige Netze einwandfrei elastisch zu kuppeln. Es drängt sich nun die Frage auf, wie müssen, resp. wann sollen elastische Kupplungen verwendet werden und wann bringen sie wirtschaftliche und technische Vorteile. Ich möchte hier auf die Gründe, warum Netze gekuppelt werden, nicht näher eintreten. Es sind fast ohne Ausnahme wirtschaftliche Gründe, die den Parallelbetrieb bedingen, Fragen günstiger Ausnützung von Anlagen etc.

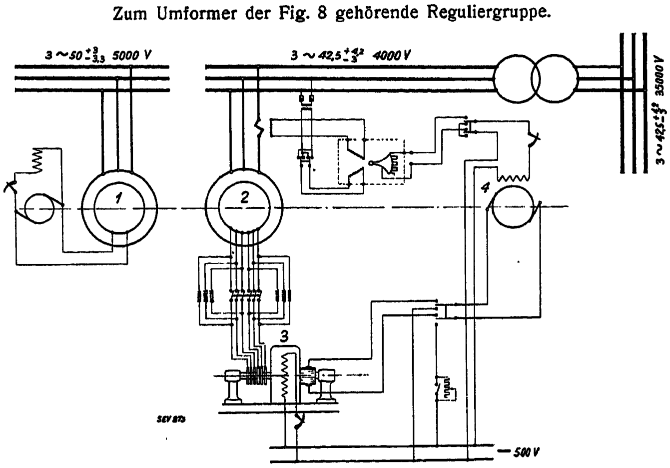


Fig. 10.
Schema der Krämer-Regulierung.
1 Synchronmaschine 3 Einankerumformer
2 Asynchronmaschine 4 Gleichstromgenerator

Haben zwei Netze verschiedene Frequenz, so ist eine Kupplung nur über eine Umformergruppe irgend eines Systems möglich; haben beide Netze eigene Energie-Erzeugung, so kann in den meisten Fällen nur eine elastische Kupplung den Bedingungen des Betriebes genügen.

Der Parallelbetrieb von Kraftwerken gleicher Frequenz, die auf ein und dasselbe Netz arbeiten, macht heute absolut keine Schwierigkeiten. Der Betrieb wird in der Regel so geführt, dass eine Zentral-Kommandostelle da ist, die über den täglichen Konsum möglichst genau orientiert ist und die Verteilung der Energie auf verschiedene Kraftwerke vorschreibt. Die Arbeit der Betriebsleitung in den Werken reduziert sich auf striktes Einhalten dieses Programms mit der gleichzeitigen Bedingung, die Frequenz innerhalb der vorgeschriebenen Toleranz zu halten. Auf diese Weise ist nach meiner Ansicht der ausgedehnteste Parallelbetrieb möglich,

er bedingt nur eine feste Disziplin und bedingungslose Unterstellung der einzelnen Werke unter die eine und dieselbe Kommandostelle. Diese Unterstellung wird aber nur möglich sein bei einer Interessengemeinschaft der gekuppelten Werke, sei sie nun technischer, oder wohl noch wirksamer, wirtschaftlicher Natur.

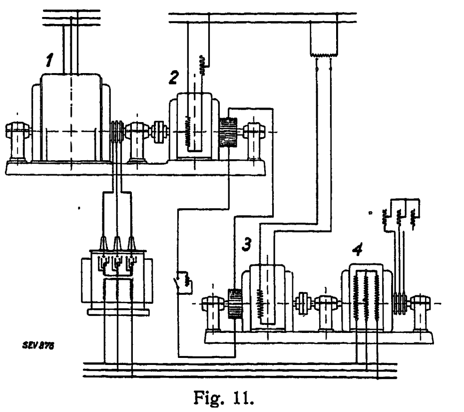


Fig. 11.
Schema des Steinmetzumformers.
1 Asynchronmaschine
2 Gleichstrommaschine
3 Gleichstrommaschine
4 Asynchronmaschine

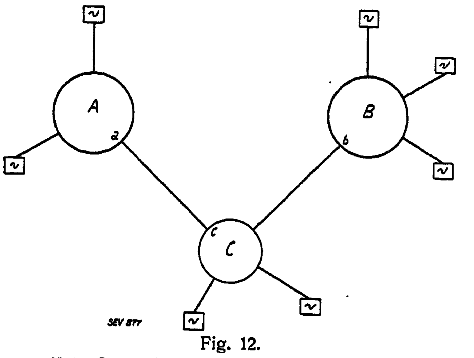


Fig. 12.
Netz *C* bezieht gleichzeitig Energie aus den Netzen *A* und *B*.

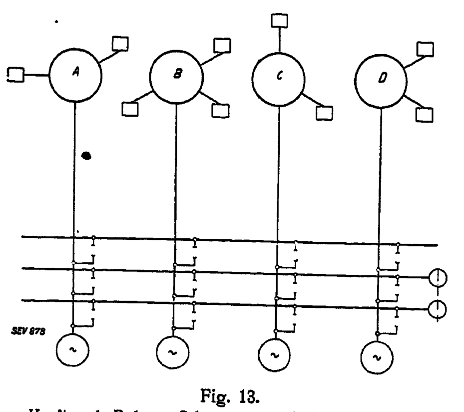


Fig. 13.
Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt. *A, B, C, D* stellen die zu beliefernden Netze dar.

Dagegen hat die Praxis gezeigt, dass ein vertraglicher Energieaustausch zwischen zwei Netzgruppen, die nicht unter einer und derselben Lastverteilung stehen, heute noch sehr oft zu nicht unerheblichen Schwierigkeiten führen kann. Ich möchte mit einem Beispiel das obenerwähnte kurz erläutern:

A und *B* seien gemäss Fig. 12 zwei unabhängig grosse Netzgruppen, die die Energieverteilung nach ihren eigenen Bedürfnissen vornehmen, die eine unbekümmert um die andere. Es sei ein kleines Netz *C*, das mit den beiden andern Netzen einen Vertrag auf eine bestimmte Energielieferung abgeschlossen hat. Das Netz *C* kann nun naturgemäss seine Antriebsmaschinen so regulieren, dass in der Kuppelleitung $a-c$ die vertragliche Quote übertragen wird, dagegen ist es nicht mehr in der Lage, auch den Vertrag mit dem Netz *B*, d. h. die Uebertragung auf der Verbindung $b-c$ beeinflussen zu können. Will man nicht den Parallelbetrieb preisgeben durch Auftrennen des Netzes *C*, was die Sicherstellung der Energielieferung ungünstig beeinflussen würde, so könnte man sich fragen, ob nicht eine elastische Kupplung, sei es zwischen *A* und *C* oder *B* und *C* betriebstechnisch oder auch wirtschaftlich doch Vorteile ergibt. Durch das Ersetzen einer starren Kupplung durch eine elastische, würde diese letztere die Rolle eines Generators mit eigener Antriebmaschine übernehmen, die beliebig gemäss dem Vertrag reguliert werden könnte, so dass das Netz *C* ohne Schwierigkeiten auch den Vertrag über die starre Kupplung einhalten kann.

Ich möchte zum Schluss noch kurz das Projekt des Kraftwerkes *Ryburg-Schwörstadt* erwähnen, das hinsichtlich Energieverteilung auch sehr interessante Verhältnisse bietet. Dort werden vier Generatoren aufgestellt, so dass jeder der vier am Werk interessierten Partner seinen eigenen Generator hat, der das entsprechende Netz *A, B, C* und *D* speist (nach Fig. 13). Der normale Betrieb, d. h. wenn alle vier Generatoren getrennt arbeiten, bietet nichts besonders Erwähnenswertes.

Soll dagegen ein Energieaustausch zwischen den einzelnen Partnern stattfinden, sei es wegen Ueberfluss an Energie des einen oder Mangel des andern, oder wegen Defekt eines Generators oder Transformators, so könnte die Frage des Parallel-

betriebes zwischen 2, 3 oder eventl. allen 4 beteiligten Netzen in Erwägung gezogen werden. Theoretisch ist jede beliebige Verteilung der Gesamtsumme der Energie der parallelarbeitenden Generatoren auf die verschiedenen Partner möglich, wenn die entsprechende Reguliermöglichkeit in den einzelnen Netzen *A, B, C* und *D* vorhanden ist und wenn die Möglichkeit besteht, die bezogene Energie am Ort, wo reguliert werden kann, zu messen. Als Regulierkraftwerke würden sich vorzugsweise Hochdruckanlagen eignen, da Niederdruckanlagen nur mit Wasserverlusten die Regulierung ausführen könnten, eventl. sogar, bei geringem Wasserstand, nicht einmal über die nötige Regulierfähigkeit verfügen würden. Selbst wenn jede der 4 Netzgruppen über eine entsprechende Hochdruckanlage verfügen würde, wäre es dennoch eine zu prüfende Frage, ob es wirtschaftlich ist, teuere Energie von Hochdruckanlagen für die Regulierung zu verwenden.

Einfacher und übersichtlicher vom betriebstechnischen Standpunkt aus sind auf jeden Fall die Verhältnisse, wenn vom Parallelbetrieb abgesehen werden kann und wünschenswerte Energieausgleiche durch elastische Kupplung über Umformergruppen ermöglicht werden. Diese Gruppen spielen dann die Rolle eines selbsttätigen Generators für das Netz, an welches die als Generator arbeitende Maschine angeschlossen ist, und für das andere Netz sind sie eine motorische Belastung.

Speziell die Frage der Wirtschaftlichkeit ist zur Beantwortung der Frage, wie gekuppelt werden soll, viel zu komplex, um sie in einer kurzen Auseinandersetzung beurteilen zu können. Mit diesen Beispielen sollte nur gezeigt werden, dass trotz des höheren Kapitalaufwandes der elastischen Kupplung bei Netzen gleicher Frequenz doch gegenüber der starren Kupplung bei besonderen Bedingungen vielfach betriebstechnische und unter Umständen auch wirtschaftliche Vorteile möglich sind[1]).

Der *Vorsitzende*, Herr Direktor *J. Chuard*, Präsident des S. E. V., verdankt das Referat bestens und eröffnet die *Diskussion*.

Dudler-Kraftwerk Laufenburg erkundigt sich nach dem Wirkungsgrad ausgeführter Schlupfumformeranlagen, *Gysel*-Zürich nach der maximal zulässigen prozentualen Abweichung der Betriebsfrequenzdifferenzen der beiden Netze von der gleichen Nennfrequenz.

Der *Referent* teilt mit, dass bei ausgeführten Anlagen je nach Leistung ein Wirkungsgrad von etwa 91 bis 92 % erreicht wurde. – Die maximal zulässige Abweichung der Betriebsfrequenzen der beiden Netze von der gleichen Nenn-Frequenz kann wohl etwa 3 bis 4 % betragen. Eine zu weitgehende Abweichung beeinträchtigt die Wirtschaftlichkeit.

Der *Vorsitzende* verdankt diese Voten.

---

1) Weitere Angaben über das in diesem Referat behandelte Gebiet sind in folgenden Publikationen von Dr. Ing. *W. Seiz* zu finden:

Die Regelung der Drehzahl von Induktionsmotoren. E. u. M. 1924, S. 110.

Neue Schaltungen zur Phasenkompensation und Drehzahl-Regelung von Induktionsmotoren. BBC-Mitteilungen 1926, S. 150.

Die elastische Kupplung von Kraftübertragungsnetzen verschiedener Frequenzen. Fachbericht der Jahresversammlung des VDE in Wiesbaden 1926 und BBC-Mitteilungen Mannheim 1927, S. 31.

Die Kommutator-Kaskade für konstante Leistung. A. f. E. 1928, Band XX, S. 228.

Regelsätze und Netzkupplung. E. u. M. 1928, No. 35, 36 und 37.

Automatische Kraftwerke.

Referat von *W. Walty*, Ingenieur, Baden.

621.317.1 : 621.312.134

Der Autor erörtert die Fälle, in denen es erwünscht ist, Kraftwerke weitgehend oder voll automatisch auszubauen und geht auf die Probleme ein, welche sich beim Entwurf automatischer Anlagen stellen. Er behandelt die Automatisierung des hydraulischen Teiles der Anlagen, die Frage, ob Synchron- oder Asynchrongeneratoren zweckmässiger sind, die verschiedenen Anlassverfahren, das Verhalten der automatischen Werke bei Störungen und erläutert Prinzip und Konstruktion der wichtigsten zum automatischen Betrieb notwendigen Apparate. Zum Schlusse werden drei ausgeführte automatische Anlagen beschrieben.

L'auteur discute jusqu'à quel point il est désirable de rendre automatiques les centrales d'électricité et envisage les problèmes soulevés par la réalisation de cette condition. Il traite le fonctionnement automatique de la partie hydraulique des installations, passe à la question du choix le plus opportun entre génératrices synchrones ou asynchrones, considère les divers modes de démarrage, comment se comportent les centrales automatiques en cas de perturbation, explique le principe et la construction des appareils les plus importants assurant le fonctionnement de ces centrales. Pour terminer, l'auteur décrit trois installations automatiques actuellement en service.

Die erste automatische Kraftanlage in der Schweiz wurde im Jahre 1922 durch die Schweiz. Bundesbahnen gebaut; es ist das zum Teil ferngesteuerte Kraftwerk in Göschenen, das seit der Inbetriebsetzung ununterbrochen läuft. Die zweite war jene von Rançonnière der Gemeinde Le Locle, welche aber erst im Jahre 1926 dem Betrieb übergeben wurde. Heute befinden sich in der Schweiz schon 14 bedienungslose Wasserkraftanlagen im Betrieb. Es ist auffallend, dass es vier Jahre dauerte, bis die zweite Anlage erstellt wurde und dass erst in den letzten Jahren die Nachfrage eine rege geworden ist.

Die Gründe für die Zurückhaltung und die verhältnismässig lange Periode des Zuwartens sind zur Hauptsache auf den damaligen Mangel an Betriebserfahrungen auf diesem Gebiete zurückzuführen. Die Tatsache, dass sich die bedienungslose Betriebsweise in Amerika gut eingebürgert hat, war nicht so überzeugend, da die dortigen Betriebsverhältnisse im Vergleiche zu den unsrigen zu verschieden sind. Der amerikanische Betriebsleiter lässt auf seinem Netz Stromstösse und Spannungsschwankungen zu, die auf einem europäischen Netz nicht geduldet würden. Da nun gerade die dortige Betriebsweise bei der Inbetriebsetzung beträchtliche Stromstösse verursacht, glaubte man nicht an die Möglichkeit des bedienungslosen Betriebes einer normalen Synchronzentrale. Es ist daher auch erklärlich, dass das Kraftwerk Rançonnière nicht mit Synchrongeneratoren, sondern mit Synchron-Asynchron-Generatoren ausgerüstet wurde. In der Zwischenzeit ist jedoch der praktische Beweis erbracht worden, dass auch eigentliche Synchronzentralen bedienungslos und sicher betrieben werden können, ohne bei der Inbetriebsetzung die erwähnten Stromstösse zu verursachen.

Der Grund für die in den letzten Jahren stark gestiegene Nachfrage nach bedienungslosen Energieerzeugungsanlagen ist einesteils auf die guten Betriebserfahrungen mit den vorhandenen Anlagen und andernteils auf die stete Weiterentwicklung der Elektrizitätsindustrie zurückzuführen. Eine Folge dieser Weiterentwicklung ist in erster Linie ein ganz beträchtlicher Mehrbedarf an Bedienungspersonal. Es ist zur Genüge bekannt, dass das letztere ungenügend beschäftigt und daher schlecht ausgenützt ist. Dazu trägt insbesondere der Umstand bei, dass in fast allen Zentralen neueren Datums Einrichtungen vorgesehen werden, welche die Regulierung und den Schutz der Maschinen selbsttätig überwachen. Die Löhne, welche für das Personal ausgelegt werden, machen einen wesentlichen Teil der Betriebsunkosten aus. Durch die ungenügende, und so lange der Betrieb störungsfrei geht, uninteressante Beschäftigung, wird das Personal abgestumpft und versagt dann meistens bei Störungen. Dazu kommen noch die Störungen, die es selbst verschuldet durch Falschschaltungen, Missverständnisse etc., welche, wie die Erfahrung zeigt, einen grossen Teil der Störungen ausmachen. Um sicher zu sein, dass

das Personal seine Pflicht erfüllt, trotzdem es unbeaufsichtigt ist, werden oft kostspielige Einrichtungen geschaffen. Es werden z. B. wichtige Mess- und Kontrollwerte, wie Temperaturen, Wasserunterbruchsmeldungen, Oelströmungsanzeiger etc. auf einem zentral gelegenen Signalschaltfeld vereinigt, nur um die Gewähr zu haben, dass nichts vernachlässigt wird, was für eine betriebssichere Führung zu beobachten notwendig ist. Ein auf diese Weise ausgerüstetes Kraftwerk darf mit Recht als halbautomatisch angesprochen werden, und da der Schritt zur vollautomatischen nicht mehr so gross ist, lässt sich auch das zunehmende Interesse an solchen erklären. Es wären somit der Gründe genug, welche für die Erstellung automatischer Anlagen sprächen. Es sind deren aber noch weitere, die man bei der Projektierung neuer Anlagen viel zu wenig berücksichtigt. Die Gebäude werden einfacher und billiger. Jede Rücksichtnahme auf die Unterkunft des Bedienungspersonals fällt weg, es sind hierfür überhaupt keine Räume vorzusehen. Der Bau kann äusserst einfach gehalten werden, da er nur bei Revisionen betreten werden muss. Gänge, Treppen, Türen, Fenster und selbst der Rauminhalt brauchen nicht mehr den Vorschriften für dauernden Aufenthalt des Personals zu genügen. Bei der Wahl des Aufstellungsortes, der bei Wasserkraftanlagen im allgemeinen gegeben ist, sind nur technische und wirtschaftliche Richtlinien massgebend. Befindet er sich in einer abgelegenen, schwer zugänglichen Gegend, so ist meistens keine Möglichkeit vorhanden, für das Personal die nötigen Wohnstätten zu errichten. In solchen Fällen ist die automatische Betriebsweise für die Ausnützung einer Wasserkraft von ausschlaggebender Bedeutung. Andererseits findet man noch eine grosse Anzahl kleinerer und mittlerer Wasserkräfte, die unausgenützt blieben, weil sich der Betrieb mit ständiger Bedienung nicht lohnt. Dadurch, dass solche Anlagen vollautomatisch eingerichtet werden, lässt sich eine wesentlich rationellere Betriebsführung erzielen, welche den Ausbau in jeder Beziehung rechtfertigt und den Betrieb wirtschaftlich gestaltet. Wenn man bei der Projektierung neuer Anlagen oder beim Umbau bestehender Werke alle diese Erwägungen berücksichtigt, so wird der Entscheid fast durchwegs zu Gunsten der automatisch betriebenen Werke ausfallen. Es seien nun im nachfolgenden die grundsätzlichen Anforderungen an die Apparatur solcher Anlagen, sowie die verschiedenen Ausführungsmöglichkeiten behandelt.

Was den hydraulischen Teil einer automatischen Anlage anbelangt, so bietet das In- und Ausserbetriebsetzen der Turbine das Hauptinteresse. Bei fast allen Turbinenarten lässt sich dieser Vorgang durch die Betätigung des Wasserabsperrorganes ausführen. Beim Schliessen desselben wird der Leitapparat je nach der Konstruktion der Regulierung entweder geöffnet oder geschlossen. Im ersten Falle kann die Turbine nach Wiederöffnen des Absperrorganes ungehindert wieder anlaufen. Ist dagegen die Konstruktion der Regulierung so durchgebildet, dass bei abnehmendem Wasserzufluss der Leitapparat zunächst öffnet und dann aber bei gänzlichem Abschluss wieder schliesst, so müssen Mittel vorgesehen werden, welche ein gänzliches Schliessen des Leitapparates verhindern. Diese Sperrung lässt sich meistens in einfacher Weise durch Hubbegrenzungsschrauben am Oeldruckregler derart einstellen, dass die Turbine nur so weit geschlossen wird, dass sie von selbst wieder anlaufen kann, sobald das Absperrorgan wieder geöffnet wird. Beide Ausführungen erlauben dann den üblichen Antrieb der Reglerölpumpe von der Turbinenwelle aus beizubehalten, da mit dem Anlaufen der Turbine sofort auch der nötige Oeldruck erzeugt wird, der für das Arbeiten des automatischen Drehzahlreglers notwendig ist. Es gibt nun aber auch Fälle, wo diese Art des Anlassens nicht geht. Ist nämlich die für das Anlaufen der Turbine nötige Leitradöffnung grösser als jene für Leerlauf, so würde das Anbringen einer Sperrung gegen Schliessen bei gewissen Turbinenarten, z. B. Francisturbinen, eine Regulierung auf die Leerlaufdrehzahl im normalen Betriebe verunmöglichen. In einem solchen Falle lässt man die Reglerölpumpe durch einen Elektromotor antreiben, damit der Regler nach dem Oeffnen des Absperrorganes in normaler Weise auf die Leerlaufdrehzahl einregulieren kann. Für die Ausserbetriebsetzung ist auch hier das Schliessen des

Absperrorganes und nicht etwa das Schliessen des Leitapparates das richtige, da nur bei ganz vorzüglicher Dichtung des letzteren wirklicher Stillstand der Turbine erreicht wird. Als Absperrorgane kommen bei genügendem Druck in der Regel Schieber zur Anwendung, welche von einem mit Druckwasser arbeitenden Servomotor gesteuert werden. Bei dieser Lösung ist man von irgend einer Hilfsquelle unabhängig, da die zum Schliessen notwendige Energie stets vorhanden ist. Die Steuerung des Servomotors erfolgt gewöhnlich durch sog. Hubmagnete. Bei Niederdruckanlagen empfiehlt es sich, Freifallschützen zu verwenden, welche nach Auslösen einer Klinke durch ihr Eigengewicht die Zuflussöffnung zur Turbine absperren. In gewissen Fällen kann eine Fernwasserstandsregulierung erwünscht sein, mit welcher eine unzulässige Absenkung des Oberwasserspiegels verhindert werden soll. Die hiefür angewendeten Einrichtungen sind verschiedener Art und beeinflussen den Turbinenregler meistens so, dass die Oeffnung des Leitapparates begrenzt wird.

Die erste Frage, der man beim Entwurf des elektrischen Teiles von automatischen Zentralen begegnet, ist die Wahl zwischen Synchron- und Asynchron-Generatoren. Mit Asynchrongeneratoren kann die Schalteinrichtung einfacher gehalten werden, da die Gleichstromerregung mit Erregerdynamo und Spannungsregulierung wegfällt. Die Spannung des Netzes wird vom synchronen Hauptwerk gehalten und reguliert, so dass im Zusatzwerk sogar der hydraulische Drehzahlregler wegfallen kann, wenn man auf andere Weise das Durchbrennen der Turbine bei plötzlicher Entlastung zu verhindern weiss. Eine eigentliche Parallelschaltung der einzuschaltenden Asynchronmaschine ist nicht notwendig. Es genügt, dass sie beim Einschalten ungefähr die richtige Drehzahl hat. Schaltet man überdies die Maschine über Vorkontaktwiderstände aufs Netz, so wird der Einschaltstromstoss auf einen äusserst geringen Wert herabgesetzt. Ausserdem ist der Asynchron-Generator etwas billiger als ein gleichwertiger Synchron-Generator und hat einen etwas besseren Wirkungsgrad. Alle diese Vorzüge könnten bei etwas oberflächlicher Betrachtung leicht dazu führen, dass man für solche Anlagen durchwegs nur Asynchron-Generatoren vorsehen würde.

Den genannten Vorzügen stehen aber folgende Nachteile gegenüber: Der Asynchron-Generator erzeugt seinen Magnetisierungsstrom nicht selbst, sondern muss ihn aus dem Netz beziehen. Dieses Netz muss daher von Synchronmaschinen gespeist werden. Die eben erwähnte Eigenschaft bringt es mit sich, dass eine Asynchron-Zentrale nie allein in Betrieb genommen werden kann. Soll sie aber auch als selbständig arbeitendes Elektrizitätswerk dienen können, so scheidet die asynchrone Stromerzeugung ohne weiteres aus.

Wegen dem Entzug des Magnetisierungsstromes verschlechtert der Asynchron-Generator den Leistungsfaktor des Netzes. Dieser nachteilige Einfluss wird um so auffallender, je grösser die Leistung der Asynchronmaschine im Verhältnis zur gesamten Netzleistung ist. Da zudem erfahrungsgemäss der Leistungsfaktor eines Netzes mit sinkender Leistung ebenfalls abnimmt, so werden die beiden ungünstigen Vorbedingungen in der Regel gleichzeitig eintreffen. Es kann sich unter Umständen die Notwendigkeit ergeben, dass man im Hauptwerk mit Rücksicht auf die Asynchronmaschine eine grössere Anzahl von Synchronmaschinen in Betrieb halten muss, als wenn dieses Hauptwerk allein die Speisung des Netzes zu übernehmen hätte. Dabei arbeitet dann naturgemäss die ganze Anlage mit bedeutend schlechterm Wirkungsgrad. Beim Zurückgehen der Netzbelastung kann es auch vorkommen, dass diese kleiner ist als die Leistung des Asynchronwerkes. Letzteres wird dann seine überschüssige Leistung an das Hauptwerk abgeben und dessen Synchronmaschinen als Motoren antreiben. Da dadurch das Halten der Netzfrequenz verunmöglicht würde, ist ein solcher Betrieb undenkbar. Es muss somit die Gesamtleistung aller asynchronen Stromerzeuger unter allen Umständen kleiner sein als die kleinste jeweils vorkommende Netzbelastung.

Man hat vielfach versucht, den Nachteil der Asynchronmaschinen bezüglich Blindstromverbrauch durch Verwendung von Phasenkompensatoren aufzuheben. Abgesehen

davon, dass dies nur bis zu einem gewissen Grade möglich ist, verliert dadurch die Asynchronmaschine ihren Hauptvorteil, nämlich den der grösseren Einfachheit gegenüber der Synchronmaschine. Will man im Zusatzwerk die Vorteile der Synchronerzeugung ausnützen, so ist unbedingt die Wahl normaler Synchronmaschinen anzuraten. Alle andern Lösungen sind nicht billiger und haben auch den Vorteil der Einfachheit der Asynchronmaschine nicht mehr.

Man sieht aus diesen Darlegungen, dass die Verwendung von Asynchron-Generatoren, wiewohl sie für den automatischen Betrieb geeignet wären, äusserst beschränkt und nur in ganz seltenen Fällen wirtschaftlich und betriebssicher ist. Es ist dies zugleich eine Erklärung dafür, dass fast alle automatischen Zentralen der Neuzeit als Synchronzentralen gebaut worden sind und es soll im nachfolgenden insbesondere über die Ausrüstung der letzteren die Rede sein. Es sind dabei zwei prinzipiell verschiedene Lösungen auseinanderzuhalten.

Die erstere ist besonders dadurch gekennzeichnet, dass die Inbetriebsetzung in genau gleicher Weise wie in nichtautomatischen Zentralen erfolgt, d. h., dass das Anlassen mit der Turbine vorgenommen wird, wobei nachher der Generator bei Synchronismus mit dem Netz parallel geschaltet wird. Diese Lösung ist überall da zu empfehlen, wo die Generatorleistung in der Grössenordnung von einigen 1000 kVA liegt.

Die zweite Lösung unterscheidet sich von dieser dadurch, dass das Anlassen von der elektrischen Seite aus erfolgt, indem der Generator mit halber Spannung unter dem Einfluss der in den massiven Polschuhen entstehenden Wirbelströme wie ein Asynchronmotor anläuft. Hat er die asynchrone Drehzahl erreicht, so wird er durch Erregen des Polrades von selbst synchronisiert. Erst jetzt wird die Turbine geöffnet und gibt entsprechend ihrer Einstellung Energie ans Netz ab.

Es seien nun im nachfolgenden die Apparate aufgeführt und beschrieben, welche für den selbsttätigen Betrieb einer Synchronzentrale benötigt werden.

Für den Schutz des Generators selbst verwendet man vorerst die üblichen Einrichtungen wie in modernen nicht automatischen Kraftwerken, d. h. Oelschalter mit Maximalstromzeitrelais, Ueberstromschutzregler für den Schutz des Generators gegen Ueberlastung, Rückwatt- oder Differentialstromrelais, welche den Generator bei inneren Defekten abschalten, ferner Maximalspannungsrelais und unter Umständen auch Erdschluss- und Windungsschlusschutzrelais.

Bei automatischem Betrieb kommen als weitere Apparate nur noch Kontaktthermometer oder sogenannte Thermoregulatoren in Frage, welche in die Lager eingebaut werden und bei gefährlichen Erwärmungen derselben ansprechen.

Für die Spannungsregulierung verwendet man selbsttätige Spannungsschnellregler, welche vor dem Parallelschalten des Generators mit dem Netz diesen unabhängig von der Drehzahl auf richtige Spannung einregulieren und nach dem Parallelschalten für eine gleich- oder gesetzmässige Verteilung des wattlosen Stromes auf die verschiedenen Werke sorgen.

Der Ueberstromschutzregler hat den Zweck, bei starker Ueberlastung und namentlich bei Kurzschlüssen im Netz die Erregung der Generatoren vorübergehend und so lange zu vermindern, als die Ueberlastung andauert. Der Regler ist gleich gebaut wie der Spannungsregler, wobei das Drehsystem wie ein Ampèremeter geschaltet ist. Sein Regulierwiderstand ist mit jenem des Spannungsreglers in Serie geschaltet. Im normalen Betriebe befinden sich die Sektoren in der Endlage, so dass der ganze Regulierwiderstand kurzgeschlossen ist. Uebersteigt der Generatorstrom einen bestimmten einstellbaren Wert des Nennstromes, so überwiegt das elektrische Drehmoment. Damit wird in den Erregerkreis des Erregers so viel Widerstand vorgeschaltet, dass sich die Spannung des Generators so weit reduziert, dass der Generatorstrom den eingestellten Wert nicht übersteigen kann. Nach Verschwinden der Störung geht der Regler in die Endlage zurück, worauf der Spannungsregler die Regulierung des Generators wieder übernimmt. Wenn die Generatoren mit einem Ueberstromschutzregler versehen sind, brauchen sie bei

Kurzschlüssen im Netz nicht mehr abgeschaltet zu werden, auch wenn diese Kurzschlüsse mehrere Sekunden dauern. Die vorübergehende Reduktion der Spannung begünstigt das Löschen von Lichtbogen. Ausserdem wird durch die Wirkung des Ueberstromschutzreglers die Kurzschlussleistung reduziert, und damit werden die Schalter und übrigen Anlageteile geschont.

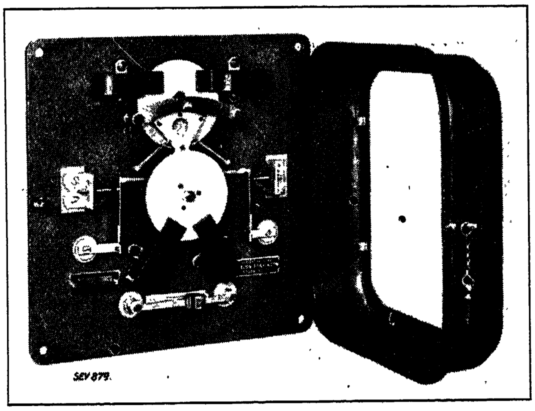
Für das Parallelschalten des Generators mit dem Netz ist vorerst die Regulierung der Turbine auf synchrone Drehzahl erforderlich. Dies besorgt der automatische Oeldruckregler, der zu diesem Zwecke mit einer elektrischen Drehzahlverstellvorrichtung ausgerüstet sein muss. Letztere wird nun durch geeignete Mittel so lange beeinflusst, bis die Frequenz des Generators mit der Netzfrequenz übereinstimmt. Hierzu verwendete man früher eine mit dem Generator gekuppelte Hilfsdynamo, deren Spannung ein Mass für die Drehzahl darstellt. An diese ist ein spannungsempfindliches Relais angeschlossen, welches anzieht, sobald die Drehzahl den normalen Wert um einige Prozent überschreitet und wieder abfällt, wenn die Drehzahl um einige Prozent unter die normale sinkt. Dieses Relais steuert über ein Zwischenrelais den Drehzahlverstellmotor, welcher den Regler so beeinflusst, dass er die Drehzahl je nach der Lage des Steuerrelais erhöht oder erniedrigt. Es werden auf diese Weise Pendelungen um die normale Drehzahl erzeugt. In der Regel erfolgt dann die Parallelschaltung nach 1–2 Pendelungen. Anstelle der Hilfsdynamo mit dem spannungsempfindlichen Relais kann auch eine Kontaktvorrichtung am Reglerpendel vorgesehen werden, welche über ein Zwischenrelais die erwähnten Pendelungen erzeugt. Diese Art, die synchrone Drehzahl zu erreichen, eignet sich nur für Netze deren Frequenz ungefähr konstant ist, oder jedenfalls nicht mehr schwankt, als die durch die Pendelungen verursachten Frequenzänderungen betragen. Für die Fälle, wo diese Voraussetzung nicht zutrifft, müssen andere Mittel verwendet werden.

Die A.-G. Brown, Boveri & Cie. hat hierfür einen Synchronisierapparat entwickelt, der zur Hauptsache aus einem kräftig gebauten Synchronoskop mit dreiphasig gewickeltem Rotor und Stator und einer durch dieses Synchronoskop angetriebenen Kontaktvorrichtung besteht. Stator und Rotor werden nun zwischen Netz und den parallel zu schaltenden Generator geschaltet. Der Rotor des Synchronoskopes hat bekanntlich die Eigenschaft, nur bei Frequenzübereinstimmung zur Ruhe zu kommen. Je nachdem ob die Frequenz des einen Netzes gegenüber dem anderen vor- oder nacheilt, dreht sich sein Rotor im einen oder im anderen Sinne. Beim Synchronisierapparat werden nun sowohl Rotor wie Stator sehr kräftig ausgebildet und erwecken den Eindruck eines kleinen Asynchronmotors. Auf der Welle des Rotors ist ein Nocken angebracht, welcher pro Umdrehung des Rotors eine Kontaktvorrichtung betätigt. Mit diesen Kontakten wird der Drehzahlverstellmotor des Turbinenreglers gesteuert. Ist die Frequenzdifferenz gross, so dreht sich der Rotor mit relativ grosser Geschwindigkeit. Dadurch wird die Kontaktvorrichtung dauernd geschlossen, so dass der Drehzahlverstellmotor am Turbinenregler die Drehzahl im Sinne einer Näherung der beiden Frequenzen steuert. Je näher sich nun die beiden Frequenzen kommen, um so langsamer läuft der Synchronisierapparat und um so weniger oft erfolgen die Einschaltungen des Drehzahlverstellmotors. Auf diese Weise kommt der letztere erst endgültig zur Ruhe, wenn der Synchronisierapparat zum Stillstand gekommen ist, d. h., wenn die beiden Frequenzen miteinander übereinstimmen.

¶ Fig. 1 zeigt die Vorderansicht dieses Apparates. Seitlich sind die Kontaktvorrichtungen sichtbar, welche den Drehzahlverstellmotor im einen oder andern Sinne steuern. Die Kontakte sind mit permanenten Magneten versehen, mit welchen ein eindeutiges Schliessen bezw. Oeffnen der Kontaktvorrichtung erreicht wird. In der Mitte ist eine Dämpfervorrichtung angebracht, welche derart wirkt, dass bei grosser Frequenzdifferenz der beiden parallel zu schaltenden Netze, d. h. bei grosser Dreh-

¶ Dieser Abschnitt ist eine nachträglich vom Autor angebrachte Ergänzung. (Red.)

zahl des Synchronisierapparates die Kontakte dauernd geschlossen bleiben und der Drehzahlverstellmotor somit ununterbrochen laufen kann. Man erreicht auf diese Weise eine sehr rasche Annäherung der beiden Frequenzen. Auf der unteren Seite ist ein Einstellwiderstand angeordnet, der im Stromkreis des Drehzahlverstellmotors liegt und mit welchem die Geschwindigkeit des letzteren eingestellt werden kann. Es lässt sich somit die Genauigkeit der Regulierung jeweils den besonderen Be-



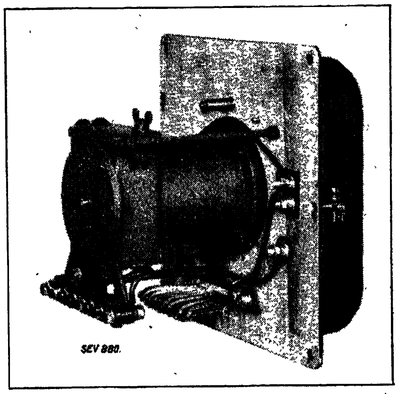


Fig. 1.
Vorderseite

Fig. 2.
Rückseite

Synchronisierapparat für die automatische Steuerung des Drehzahlreglers von Antriebsmaschinen zu Wechselstromgeneratoren.

triebsverhältnissen anpassen. Fig. 2 zeigt die Rückseite des Reglers, mit dem in einem kräftigen Gehäuse eingebauten, nach aussen vollkommen verschlossenen Synchronoskop. Beide Abbildungen verraten eine äusserst robuste, zuverlässige Konstruktion. Der Apparat ist in bestehenden automatischen Zentralen längere Zeit ausprobiert worden und hat ausserordentlich günstige Resultate ergeben, welche in Fig. 3 wiedergegeben sind. Die Kurve stellt den Anlaufvorgang einer Turbinen-Generatorgruppe in Abhängigkeit der Zeit dar. Man sieht daraus, dass die Zeit, welche für das Anlaufen benötigt wird, gerechnet vom Moment der Befehlsgebung für den Anlauf bis zum Moment, wo die Drehzahl in den Bereich kommt, innerhalb welchem die Parallelschaltung stattfinden kann, nicht mehr als $2^1/_2$ Minuten beträgt. Vergleicht man dieses neue Verfahren mit dem erst erwähnten, bei welchem die Zeit für eine Pendelung allein etwa $2^1/_2$ Minuten beträgt, so ergibt sich für die Inbetriebsetzung eine 3 bis 5 mal kürzere Zeit. Vergleicht man ferner die Anlaufzeit mit jener, welche in nichtautomatischen Zentralen bei Handregulierung benötigt wird, so erkennt man ebenfalls einen wesentlichen Vorteil zugunsten des neuen Apparates, der aus diesem Grunde auch zur Verwendung in nichtautomatischen Kraftwerken bestens empfohlen werden kann.

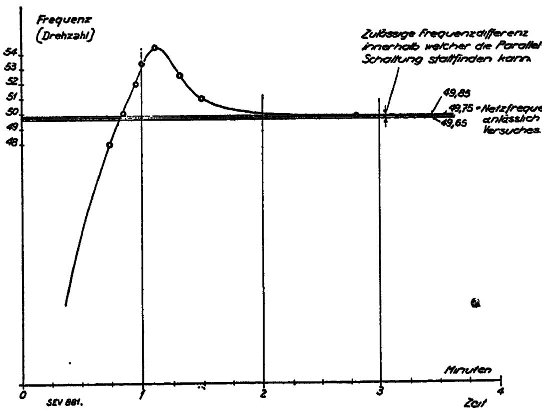


Fig. 3.
Anlaufdiagramm einer Turbinen-Generatorgruppe bei automatischer Steuerung des Drehzahlreglers der Turbine durch einen Synchronisierapparat.

Für die Parallelschaltung des Generators mit dem Netz ist aber nicht nur die Uebereinstimmung der beiden Frequenzen, sondern auch die Uebereinstimmung

der Phasen erforderlich. Diese Kontrolle besorgt ein besonderer Parallelschaltapparat, der in Tätigkeit tritt, sobald sich die Drehzahl der normalen nähert und wieder ausser Betrieb gesetzt wird, wenn die Parallelschaltung vollzogen ist. Diesem Apparat verdanken wir die stossfreie Zuschaltung von Synchrongeneratoren auf ein Netz.

Als weitere Apparate sind noch zu nennen: Kontaktmanometer am Turbinenregler, bezw. am Windkessel, welche bei Rückgang des Oeldruckes die Ausschaltung bewirken, oder passende Hilfskontakte, welche beim Abfallen oder Reissen des Oelpumpenriemens ansprechen, ferner Druckanzeiger an Schmierpumpen usw. Alle diese Apparate zusammengefasst bilden die automatische Ausrüstung eines Kraftwerkes. Fig. 4 zeigt eine Schalttafel eines automatischen Werkes mit den eingebauten Apparaten für den bedienungslosen Betrieb.

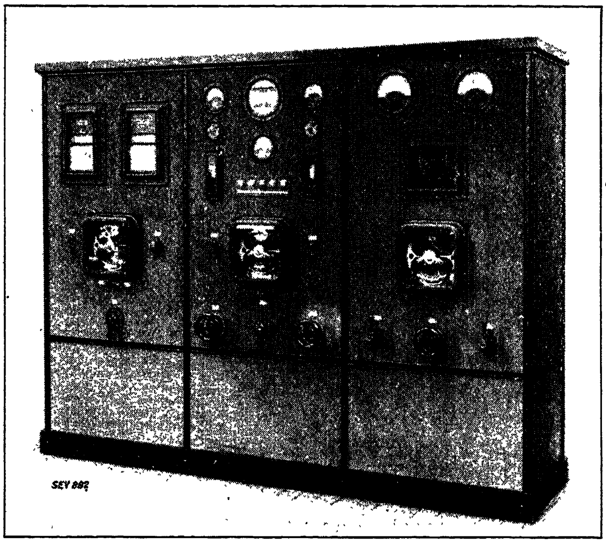


Fig. 4.
Automatisches Kraftwerk Yokawa der Daido Denryoku K. K., Nagoya (Japan). Niederspannungsschalttafel für einen Dreiphasen-Generator 2000 kVA, 11 000 V, 60 Per/sec, 900 U/min, Vorderansicht.

Die A.-G. Brown, Boveri & Cie. hat verschiedene Schaltungen ausgearbeitet, mit welchen es möglich ist, für alle vorkommenden Verhältnisse eine einwandfreie Lösung vorzuschlagen. Das Hauptmerkmal dieser Schaltungen ist die zwangsläufig richtige Reihenfolge der Schaltoperationen. Die Inbetriebsetzung kann in Abhängigkeit des Oberwasserspiegels oder der Leistung einer oder mehrerer anderer Einheiten, oder zu bestimmten Zeiten, oder auch auf Anordnung eines Betriebsleiters in einem Hauptwerk erfolgen. Ein einziger Befehl genügt für die Einleitung des Inbetriebsetzungsvorganges. Die richtige Reihenfolge der Betätigungen ist dadurch gewahrt, dass jede abgelaufene Operation die nächstfolgende auslöst. Keine Betätigung kann vor sich gehen, ohne dass die vorhergehenden ordnungsgemäss sich abgewickelt haben. Durch diese Verriegelung ist jede Fehlschaltung ausgeschlossen.

Die Störungen werden zweckmässig in zwei Gruppen unterteilt, und zwar in äussere und innere Störungen. Die ersteren sind meistens vorübergehender Natur und werden hauptsächlich durch Kurzschlüsse im Netz verursacht. Wenn sie so lange andauern, dass die Auslösung des Werkes verursacht wird, so erfolgt dies auf solche Art, dass nach dem Verschwinden der Störung der Betrieb sofort wieder selbständig aufgenommen wird. Es wird zu diesem Zwecke ein Auslöserelais ohne Sperrung betätigt, welches das Oeffnen des Hauptschalters und das Abstellen der Turbine verursacht. Wenn der Fehler verschwunden ist, bewirkt dasselbe Relais die automatische Wiederinbetriebsetzung. Innere Störungen dagegen, wie beispielsweise Kurz- oder Windungsschlüsse im Generator oder Transformator, Defekte in den Lagern des Generators oder der Turbine oder ihrer Regulierorgane haben bleibenden Charakter. In diesem Falle muss die automatische Wiedereinschaltung des Werkes unbedingt verhindert werden, bis sich das Bedienungspersonal an Ort und Stelle begeben und den Defekt behoben hat. Diese Störungen wirken auf ein Relais mit Sperrung, das die Anlage blockiert. Dadurch wird der Hauptschalter geöffnet, die Turbine geschlossen, der Generator entmagnetisiert und eine Alarmvorrichtung in Tätigkeit gesetzt. An besonderen Anzeigeapparaten erkennt das

Personal sofort die Ursache der Störung. Eine Wiederinbetriebsetzung ist erst dann wieder möglich, wenn das Relais mit Sperrung von Hand deblockiert worden ist.

Es sollen nun im nachfolgenden die Anwendungen dieser Apparate in automatischen Kraftwerken sowie einige typische Beispiele erörtert werden:

Die einfachste Ausführung stellen die Wasserkraftanlagen ohne Parallelbetrieb dar. Derartige Kraftwerke dienen der Stromversorgung abgelegener Orte sowie anderer kleiner Stromverbraucher, bei welchen der Anschluss an ein Netz nicht möglich ist, sei es, dass die Kosten der Zuleitung im Verhältnis zur abgegebenen Energiemenge zu hoch sind oder dass ein solches Netz überhaupt fehlt. Solche Anlagen können natürlich nur dann wirtschaftlich arbeiten, wenn sie automatisch betrieben werden und ihre automatische Ausrüstung auf ein Minimum beschränkt wird. Fig. 5 zeigt das Schema einer solchen Anlage. Der Generator 1 mit seinem angebauten Erreger 2 ist mit der Turbine 3 direkt gekuppelt, welche mit dem Absperrschieber 4 in Betrieb gesetzt werden kann. Dieser Schieber wird durch einen Servomotor 5 betätigt, der von einem Hubmagneten 6 derart gesteuert wird, dass bei erregtem Magnet sich der Schieber unter dem Einfluss des Druckwassers öffnet und bei unerregtem Magnet schliesst. Soll die Gruppe in Betrieb gesetzt werden, so hat der Maschinist nur den Generatorschalter 7 zu schliessen und den Magneten 6 von Hand anzuheben. Dadurch öffnet sich der Schieber und die Gruppe läuft an. Der Oeldruckregler 8 der Turbine sorgt nun für konstante Drehzahl und der Spannungsregler 9 für konstante Spannung. Der Maschinist kann nun den Hubmagneten wieder loslassen, der in angezogenem Zustand verbleibt, da er jetzt vom Generator selbst erzeugten Strom erhalten wird. Damit ist die Inbetriebsetzung beendet und die Gruppe kann sich selbst überlassen bleiben. Bei so einfachen Anlagen sind die Schutzeinrichtungen beschränkt. Man begnügt sich im allgemeinen, den Generator-Schalter mit Maximalstromrelais auszurüsten, welche bei Kurzschluss oder sonstiger Ueberlastung die Auslösung desselben verursachen. Durch einen mit dem Schalter mechanisch verbundenen Hilfskontakt wird in einem solchen Falle der Stromkreis des Hubmagneten unterbrochen, worauf dieser abfällt und die Gruppe stillsetzt. Wird der Maschinist nicht schon durch das Aussetzen der Energielieferung aufmerksam gemacht, so sind besondere Mittel, wie beispielsweise Nullspannungsrelais und Sonnerien, vorzusehen, welche seine Aufmerksamkeit erregen. Es ist dies der einfachste Fall einer bedienungslosen Zentrale und die dazu notwendigen Schalteinrichtungen sind, wie aus dem Schema hervorgeht, äusserst einfach.

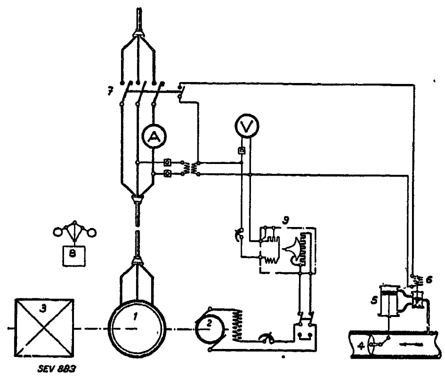


Fig. 5.
Schaltungsschema eines bedienungslosen Kraftwerkes einfachster Art.

Nicht mehr ganz so einfach sind die Verhältnisse, wenn das bedienungslose Kraftwerk mit anderen parallel arbeiten muss, da hier noch besondere Mittel für das automatische Parallelschalten hinzukommen. Wie bereits erwähnt, gibt es für das automatische Parallelschalten zwei prinzipiell verschiedene Lösungen. Entweder wird die Gruppe vom Netz aus asynchron angelassen und dann durch das Einschalten der Erregung synchronisiert, oder von der Turbine aus angelassen, worauf das Parallelschalten nach Erreichen der synchronen Drehzahl durch einen besonderen Apparat besorgt wird.

Ein typisches Beispiel für die ersterwähnte Art bildet das automatische Kraftwerk *Glattfelden* des Elektrizitätswerkes des Kantons Zürich. Das Werk ist mit einer Kaplan-Turbine ausgerüstet, welche mit einem vertikalachsigen normalen Synchron-Generator direkt gekuppelt ist. Das Belasten bezw. Stillsetzen der Turbine erfolgt normalerweise durch den Leitapparat. Die elektrische Ausrüstung (Fig. 6)

besteht in der Hauptsache aus dem Generator 1 mit angebautem Erreger 2 und dem mit Anzapfungen versehenen Transformator 3. Der zwischen Transformator und Generator aufgestellte Anlass-Schalter 4 wird durch einen Motorantrieb 5 betätigt und besorgt das Anlassen der Gruppe. Zu diesem Zwecke besitzt er drei Stellungen: eine Ausschaltstellung, eine Anlasstellung und eine Betriebsstellung. Auf der Hochspannungsseite des Transformators ist ein zweiter Schalter 6 als Hauptschalter eingebaut. Er ist mit Handantrieb und Auslösemagnet versehen und dient bei gewissen Störungen als Sperrschalter. Sobald er ausgeschaltet hat, wird das Werk stillgelegt und kann nicht mehr automatisch in Betrieb genommen werden. Zum Schutz der Anlage gegen innere und äussere Störungen sind beide Oelschalter mit aufgebauten unabhängigen Maximalrelais versehen. Ausserdem sind auf der Hochspannungsseite des Transformators Messwandler eingebaut, an welche ein Rückwattrelais angeschlossen ist.

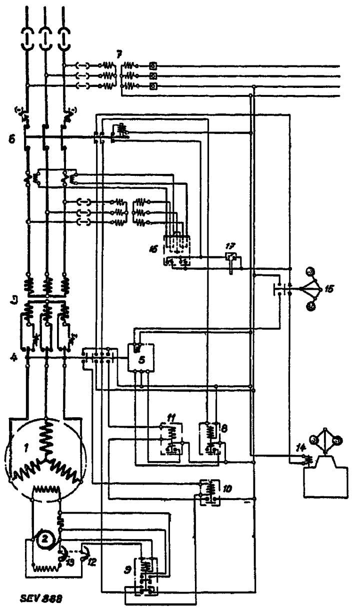


Fig. 6.
Automatisches Kraftwerk Glattfelden der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich. Schaltungsschema.

Das Kraftwerk Glattfelden ist mit dem Hauptwerk Eglisau durch eine Freileitung verbunden. Für die Inbetriebsetzung genügt es, diese Leitung unter Spannung zu setzen. Dadurch wird der Stations-Transformator 7 erregt, durch welchen das Einschaltrelais 8 über drei Hilfskontakte erregt wird; der erste dieser Hilfskontakte ist mit dem Hauptschalter 6 gekuppelt und verhindert das Anlaufen, wenn dieser ausgeschaltet ist. Der zweite befindet sich am Anlasschalter 4 und erlaubt das Einschalten nur dann, wenn er sich in der Stellung „Aus" befindet. Der dritte Hilfskontakt ist mit dem Erregerschalter 9 verbunden und verhindert das Einschalten, wenn der Erregerschalter geschlossen ist. Durch diese Verriegelungen wird die richtige Reihenfolge der Schaltvorgänge unter allen Umständen gewährleistet. Wenn also der Hauptschalter geschlossen, der Anlasschalter in der „Aus"-Stellung und der Erregerschalter offen ist, zieht das Einschaltrelais 8 an und setzt über seine Haltespule den Motorantrieb des Anlasschalters unter Spannung. Dieser bringt den Schalter in die Anlasstellung. Der Generator ist nun an die halbe Spannung angeschlossen und läuft durch die in den massiven Polschuhen erzeugten Wirbelströme als Motor ziemlich rasch an, wobei die Turbine ohne Beaufschlagung vom Generator angetrieben wird. Sobald er die der synchronen nahegelegene asynchrone Drehzahl erreicht hat, kann er durch Einschalten seiner Erregung synchronisiert werden. Diese Einschaltung wird durch die Erregermaschine selbst veranlasst. Bei Erreichen der asynchronen Drehzahl hat die Erregermaschine, die bis jetzt leer mitgelaufen ist, eine ganz bestimmte Spannung angenommen. Die Einschaltspule des Erregerschalters 9, welche an diese Spannung angeschlossen ist, ist derart bemessen, dass sie bei ungefähr asynchroner Drehzahl den Erregerschalter einschaltet. Dadurch wird das Polrad erregt und der Generator selbständig synchronisiert. Er muss nun lediglich noch an die volle Spannung gelegt werden. Beim Schliessen des Erregerschalters 9 wird durch einen Hilfskontakt ein Zeitrelais 10 unter Spannung gesetzt. Nach Ablauf der eingestellten Zeit schliesst dieses Relais seinen Kontakt und betätigt dadurch ein zweites Einschaltrelais 11. Dieses Relais schaltet den Motorantrieb des Anlasschalters wieder ein und bringt dadurch den Schalter in die Betriebsstellung. Die Zeiteinstellung des Zeitrelais 10 wird so gewählt, dass die Umschaltung von halber auf ganze Spannung erst dann erfolgen kann, wenn der Synchronisiervorgang sich vollständig abgewickelt hat. Nun kann die Turbine geöffnet und belastet werden. Dies geschieht dadurch, dass ein am

Anlasschalter 4 befindlicher Hilfskontakt den Magneten des Turbinenreglers 14 unter Spannung setzt, worauf dieser entsprechend seiner Einstellung die Turbine belastet. Damit ist die Inbetriebsetzung beendet.

Die Ausserbetriebsetzung geschieht durch das Ausschalten der nach dem Hauptwerk führenden Leitung. Dadurch wird die Gruppe vollständig entlastet und die Drehzahl der Turbine erhöht. Ein Zentrifugalschalter 15 öffnet dann den Stromkreis des Magneten 14, wodurch die Turbine abgestellt und der Leitapparat geschlossen wird. Gleichzeitig schliesst der Zentrifugalschalter den Stromkreis der Auslösespule des Anlasschalters, so dass dieser auslöst. Da der Zentrifugalschalter beim Abfallen der Drehzahl wieder in seine Anlasstellung zurückkehrt und der Anlasschalter sich in der Ausschaltstellung befindet, ist die automatische Zentrale bereit, den Betrieb wieder aufzunehmen, sobald die Linie wieder unter Spannung gesetzt wird.

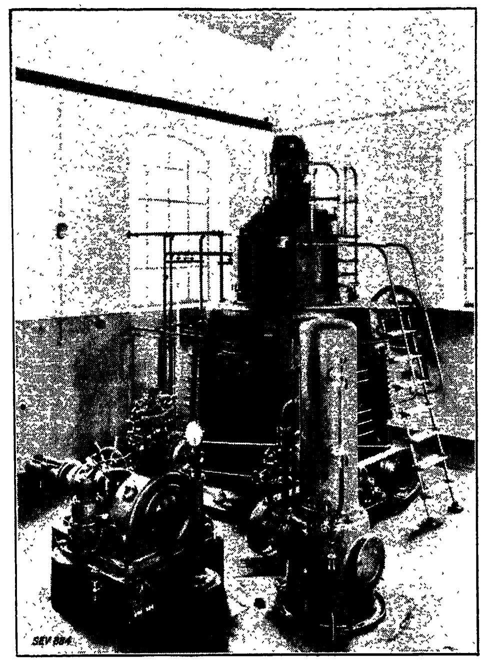


Fig. 7.
St. Gallisch-Appenzellische Kraftwerke A.-G., St. Gallen. Bedienungsloses Kraftwerk Lienz am Rheintalischen Binnenkanal. Dreiphasen-Generator mit Getriebe 550 kVA, 400/10800 V, 50 Per/sec, 74/750 U/min.

Bei äusseren Störungen erfolgt die Abschaltung des Werkes durch den Anlassschalter, der durch seine direkt aufgebauten unabhängigen Maximalstromzeitrelais ausgelöst wird. Ein Hilfskontakt an diesem Schalter macht den Magneten 14 am Turbinenregler wiederum stromlos, so dass die Turbine geschlossen wird und zum Stillstand kommt. Bei Heisslaufen eines Lagers besorgen die Thermoregulatoren 17 das Auslösen des Hauptschalters und damit eine bleibende Stillsetzung des Werkes. Irgendwelche Störungen an der Turbine oder ihrer Reguliereinrichtungen, die das Durchbrennen verursachen könnten, haben das Ansprechen des Zentrifugalschalters zur Folge und damit eine Ausserbetriebsetzung der Zentrale. Die Anlage ist bald seit drei Jahren störungsfrei in Betrieb.

Ein weiteres Beispiel, bei dem nun aber der Anlauf von der Turbine aus erfolgt, bilden die bedienungslosen Kraftwerke *Lienz* und *Blatten* der St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke A.-G. am Rheintalischen Binnenkanal. Die ursprünglich vorhandenen Asynchrongeneratoren mit Kegelradgetriebe wurden durch neue Synchronmaschinen mit Vertikal-Schraubengetriebe ersetzt und gleichzeitig die Einrichtungen so vorgesehen, dass das Bedienungspersonal des Werkes Montlingen auch den Dienst für die Anlagen Lienz und Blatten besorgen kann, so dass hierfür kein besonderes Personal notwendig ist. Die beiden Werke sind in elektrischer Hinsicht genau gleich und mit je einem Generator von 550 kVA Leistung ausgerüstet, welche über Doppelübersetzungsgetriebe 75/750 U/min von vertikalachsigen Francis-Turbinen angetrieben werden. Die Generatoren arbeiten über Transformatoren und Oelschalter je auf eine Freileitung, welche beide direkt nach Montlingen führen, wo die Energie verteilt wird. Da beide Werke dauernd im Betriebe bleiben und eine Ausserbetriebsetzung nur bei Störungen vorkommt, konnte auf eine selbsttätige Inbetriebsetzung verzichtet werden. Fig. 7 zeigt eine Innenaufnahme der Zentrale Lienz. Die Turbine ist mit einem Drehzahlregler ausgerüstet, der einen kleinen Hubmagneten besitzt, mit Hilfe dessen die Schliessung des Leitapparates veranlasst werden kann. Als Sicherheit für das Schliessen dient ein

Windkessel, welcher mit einem Minimaldruckkontakt versehen ist, der beim Ansprechen das Abstellen der Gruppe veranlasst. Der Drehzahlregler der Turbine ist mit einer elektrischen Drehzahlverstellvorrichtung ausgerüstet und besitzt zwei Hilfskontakte an der Pendelmuffe für Parallelschaltzwecke. Auf der elektrischen Seite sind automatische Spannungs- und Ueberstromschutzregler nebst Maximalstrom- und Maximalspannungsrelais und Thermoregulatoren für die Lager vorgesehen. Ebenso sind gewisse zusätzliche Relais notwendig, welche die automatische Einrichtung vervollständigen.

Die Inbetriebsetzung wird durch den Schleusenwärter oder einen vom Werk Montlingen hergeschickten Wärter vorgenommen, der sich vorerst telephonisch zu vergewissern hat, dass der Linienschalter in Montlingen geöffnet worden ist (Fig. 8).

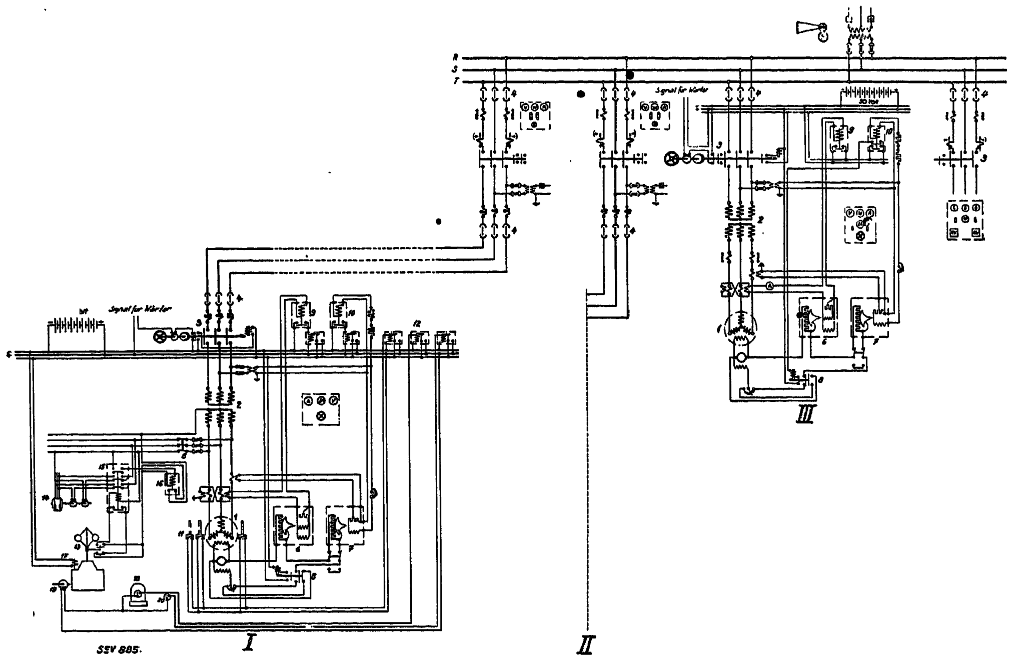


Fig. 8.
St. Gallisch-Appenzellische Kraftwerke A.-G., St. Gallen. Schaltungsschema des Hauptwerkes Montlingen und der bedienungslosen Aussenwerke Lienz und Blatten.
I = Werk Lienz; *II* = Werk Blatten (analog gebaut wie Werk Lienz); *III* = Werk Montlingen.

Zuerst ist der Magnetfeldschalter 8 und der Generatorschalter 3 einzuschalten, worauf die Turbine von Hand zu öffnen und dann der Regulator auf automatische Regulierung umzustellen ist. Dadurch läuft die Turbine an und der Generator erzeugt Spannung, welche durch den automatischen Spannungsregler auf den normalen Wert eingestellt wird, währenddem der Turbinenregler das Bestreben hat, auf normale Drehzahl zu regulieren. Der letztere ist, wie schon erwähnt, mit einer elektrischen Drehzahlverstellvorrichtung 14 ausgerüstet, die durch ein Umschaltrelais 15 gesteuert wird. Während des Ansteigens der Drehzahl veranlasst das Umschaltrelais 15 den Drehzahlverstellmotor zu noch weitergehendem Oeffnen der Turbine, sofern sich die Drehzahlverstellvorrichtung nicht schon von der letzten Betriebsperiode her in der betreffenden Endlage befindet. Die Drehzahl steigt also über die normale hinaus, bis zu einem Wert, der ca. 3 % über dem normalen liegt. Dann wird durch die Pendelmuffe 13 ein Hilfskontakt geschlossen, durch welchen das Umschaltrelais 15 zum Ansprechen gebracht und der Drehzahlverstellmotor auf die andere Drehrichtung umgeschaltet wird. Die Drehzahl der Turbine nimmt somit wieder ab, und zwar bis zu einem Wert, der ca. 3 % unter der normalen

Drehzahl liegt. Hier wird durch einen weiteren Hilfskontakt der Stromkreis des Umschaltrelais 15 wieder unterbrochen, der Drehzahlverstellmotor somit wieder für die andere Drehrichtung umgesteuert usw. Die auf diese Weise erzeugten Pendelungen ermöglichen die Parallelschaltung des Generators mit dem Netz im Werk Montlingen, wo neben den notwendigen Einrichtungen auch stets das Bedienungspersonal vorhanden ist. Nach der Parallelschaltung wird nunmehr die Drehzahl der Gruppe vom Netz aus festgehalten und es wird deshalb kein Kontakt an der Pendelmuffe mehr betätigt; die Pendelungen hören also auf. Läuft nun im Momente der Parallelschaltung der Drehzahlverstellmotor gerade in der Oeffnungsrichtung der Turbine, ist also das Umschaltrelais 15 unerregt, so wird die Turbine ohne weiteres beaufschlagt, da dann der Drehzahlverstellmotor in der Oeffnungsrichtung der Turbine weiterläuft und weil das Umschaltrelais 15 nicht mehr anspricht, schliesslich durch den Endschalter 14 ausgeschaltet wird. Dreht sich demgegenüber der Drehzahlverstellmotor im Momente der Parallelschaltung in der Schliessrichtung, so würde, da das Umschaltrelais 15 nicht mehr ausgeschaltet werden könnte, die Turbine so weit geschlossen, bis ein Endschalter den Motor abstellt. Es kann daher keine Belastung der Turbine vorgenommen werden. Um dies zu vermeiden und in allen Fällen die richtige Beaufschlagung sicher zu stellen, steuert das Umschaltrelais 15 gleichzeitig mit dem Drehzahlverstellmotor auch ein Zeitrelais 16, das jeweils beim Ansprechen des Umschaltrelais 15 auch in Tätigkeit tritt. Wenn nun innerhalb der eingestellten Zeit von ca. 3 Minuten, die etwas grösser ist als die für eine Pendelung benötigte Zeit, das Umschaltrelais 15 nicht wieder abfällt, so läuft das Zeitrelais 16 ab und unterbricht den Stromkreis des Umschaltrelais 15. Dadurch wird der Motor für Drehrichtung im Sinne einer Oeffnung umgeschaltet, worauf die Turbine die Energielieferung ins Netz übernimmt.

Eine gewollte Ausserbetriebsetzung durch einen Wärter kann dadurch vorgenommen werden, dass der Generatorschalter ausgeschaltet und die Turbine geschlossen wird.

Die Maximalstromrelais 9 und die Maximalstromrelais des Linienschalters in Montlingen sind derart eingestellt, dass bei Netzstörungen nur der Linienschalter in Montlingen auslöst. Dadurch steigt die Drehzahl entsprechend der Reglereinstellung an und die Pendelmuffe 13 schliesst den Kontakt, wodurch die erwähnten Drehzahlpendelungen von selbst wieder beginnen, so dass die Wiederparallelschaltung in Montlingen möglich ist, ohne dass Personal nach dem bedienungslosen Werk gesandt werden muss. Bei Kurzschlüssen tritt überdies vorerst der Ueberstromschutzregler in Tätigkeit, der den Kurzschlusstrom des Generators auf einen Wert herabsetzt, der unerheblich über dem Normalstrom liegt, und es erfolgt die Ausschaltung des Linienschalters erst dann, wenn der Kurzschluss einige Sekunden andauert. Bei Kurzschlüssen auf der Verbindungsleitung zwischen Montlingen und der bedienungslosen Zentrale spricht der Ueberstromschutzregler in gleicher Weise an und wenn der Kurzschluss andauert, wird der Generatorschalter ausgelöst. Parallel zur Schalterauslösung wird der Hubmagnet am Turbinen-Drehzahlregler betätigt, wodurch der Leitapparat geschlossen wird und die Turbine praktisch zum Stillstand kommt. In gleicher Weise geht auch die Auslösung vor sich, wenn zufolge Durchbrennens der Turbine das Maximalspannungsrelais oder wenn ein Thermoregulator in den Lagern der Turbine oder des Generators anspricht, ebenso bei gefährlichem Rückgang des Druckes im Windkessel oder in der Förderleitung der Getriebe-Oelpumpe. Alle diese Auslösungen werden durch Fallklappen angezeigt, so dass der durch Signal herbeigerufene Wärter bei einer Auslösung des Generatorschalters ohne weiteres erkennen kann, welche Gründe zu dieser Auslösung geführt haben. Das Auslösen des Generatorschalters erkennt man in Montlingen am Linienwattmeter, das mit einem Minimalkontakt versehen ist. Die Ausschaltung des Generatorschalters im Werk Lienz wird ausserdem durch ein akustisches Signal dem in der Nähe stationierten Schleusenwärter angezeigt. Fig. 9 gibt die Aussenansicht des Werkes Blatten.

Man sieht an diesem Beispiel, wie es mit relativ einfachen Mitteln möglich ist, die verschiedensten Betriebsforderungen zu erfüllen. Die beiden Werke Lienz und Blatten sind nun bald 2 Jahre störungsfrei in Betrieb und arbeiten zur besten Zufriedenheit des Besitzers.

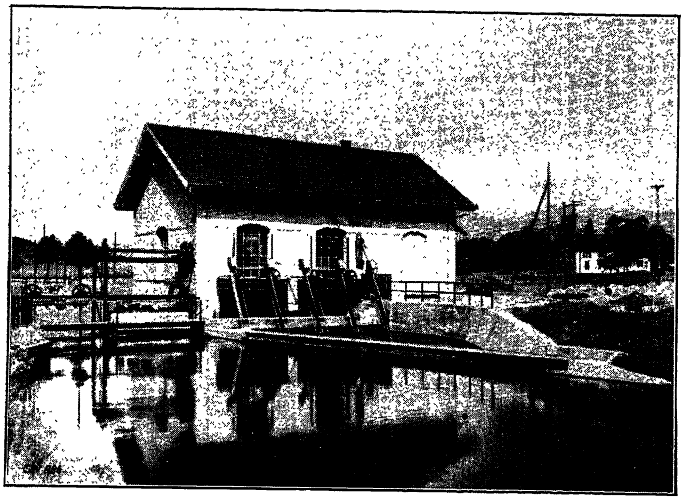


Fig. 9.
St. Gallisch-Appenzellische Kraftwerke A.-G., St. Gallen. Bedienungsloses Kraftwerk Blatten am Rheintalischen Binnenkanal. Aussenansicht.

Der Schritt vom bedienungslosen Kraftwerk, wie es durch diese beiden Anlagen representiert wird, zum vollautomatischen Werk ist nur noch sehr klein. Es genügt, wenn noch eine automatische Parallelschalt-Einrichtung sowie jene Apparate hinzugefügt werden, in deren Abhängigkeit das vollautomatische Werk arbeiten soll. Ein Beispiel hierfür bildet das Kraftwerk *Hofen* des Elektrizitätswerkes der Stadt St. Gallen, welches mit einem 400 kVA-Synchron-Generator ausgerüstet ist. Dieses Werk arbeitet normalerweise in Abhängigkeit des Wasserstandes in einem Sammelweiher, und zwar derart, dass die Anlage bei einem maximalen Wasserstand in Betrieb und bei einem minimalen Wasserstand ausser Betrieb gesetzt wird. Es ist ferner eine Schaltuhr und ein Handschalter vorhanden, mit welchen in dieses Spiel

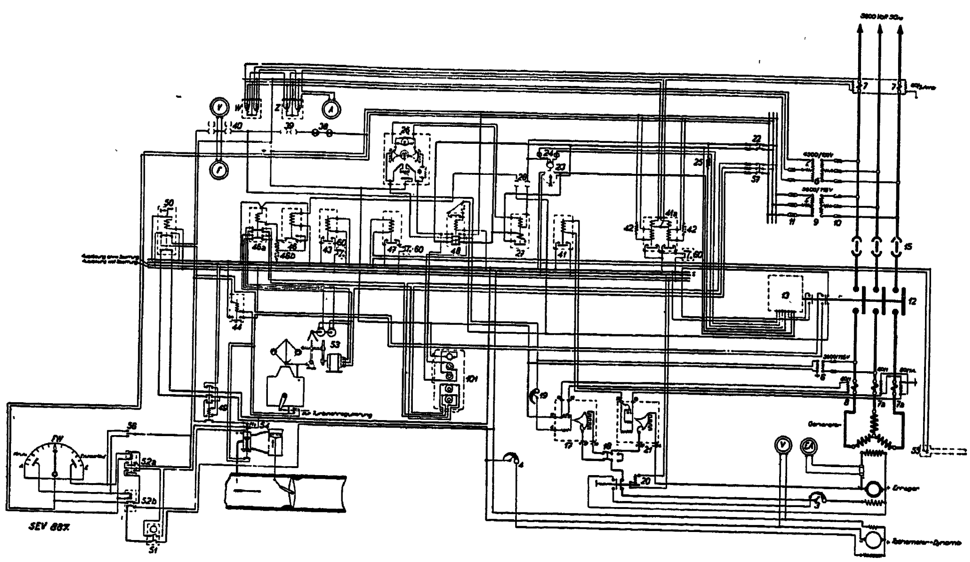


Fig. 10.
E. W. der Stadt St. Gallen. Bedienungsloses Wasserkraftwerk Hofen. Prinzipschema.

eingegriffen werden kann. Fig. 10 stellt das Schema dieser Anlage dar. Der Wasserstand-Fernmelder *FW* und die Relais 52a und b, in Kombination mit dem Schalter 56 und der Schaltuhr 51, besorgen zusammen die eben erwähnten Steuerungen, indem

sie vermittels Relais 54 den Turbinenschieber steuern. Das Parallelschalten zum Netz übernimmt der Parallelschaltapparat 26, der durch das Relais 48 eingeschaltet wird, sobald die Drehzahl der Turbine sich der normalen nähert. Um dem Parallelschaltapparat Gelegenheit zum Parallelschalten zu geben, werden auch hier Frequenzpendelungen erzeugt. Hierzu dient die mit dem Generator direkt gekuppelte Hilfsdynamo *R*, deren Spannung ein Mass für die Drehzahl bildet. Mit Hilfe der Relais 46 und 46a, die von dieser Spannung beeinflusst werden, wird die Drehzahlverstellvorrichtung in gewünschtem Sinne gesteuert. Der im Stromkreis des Drehzahlverstellmotors liegende Schaltapparat 101, der in gleicher Weise wie der Parallelschaltapparat vom Relais 48 gesteuert wird, lässt den Motor nur in gewissen Zeitabständen laufen, so dass sich die Drehzahl in einer flachen, treppenförmigen Kurve der synchronen Drehzahl nähert. Bei Phasen-Uebereinstimmung steuert der Parallelschaltapparat 26 das Zwischenrelais 27 und dieses das Schalterantriebsorgan 13 des Oelschalters 12, wodurch der Generator mit dem Netz parallel geschaltet wird. Durch einen Hilfskontakt auf der Oelschalterwelle werden alle für die Parallelschaltung notwendigen Apparate wieder spannungslos gemacht. Für das Abstellen dienen die Relais 44, 49 und 50. Bei vorübergehenden Störungen, wie Kurzschlüssen im Netz, wirkt der Ueberstromschutzregler 21 und limitiert den Generatorstrom auf einen für ihn ungefährlichen Wert. Dauert der Kurzschluss so lange, bis die Maximalstromrelais 41 zum Ansprechen kommen, so wird die Auslöseschiene ohne Sperrung 0 und die daran angeschlossenen Auslöserelais 44 und 49 unter Spannung gesetzt und veranlassen eine vorübergehende Stillsetzung der Gruppe. Bei inneren Störungen dagegen, wie Lagerbeschädigung, Ansprechen des Rückwattrelais usw., wird die Auslöseschiene mit Sperrung *P* unter Spannung gesetzt. Dadurch wird der Magnetfeldschalter 20 ausgeschaltet, der den Generator entmagnetisiert und das Auslöserelais 50 erregt, welches die Gruppe abschaltet und stillsetzt, sowie jede

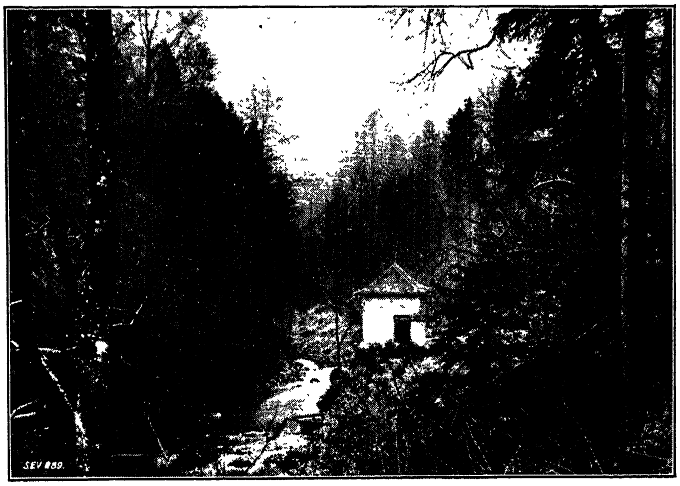


Fig. 11.
Bedienungsloses Wasserkraftwerk Hofen des E.W. der Stadt St. Gallen. Aussenansicht.

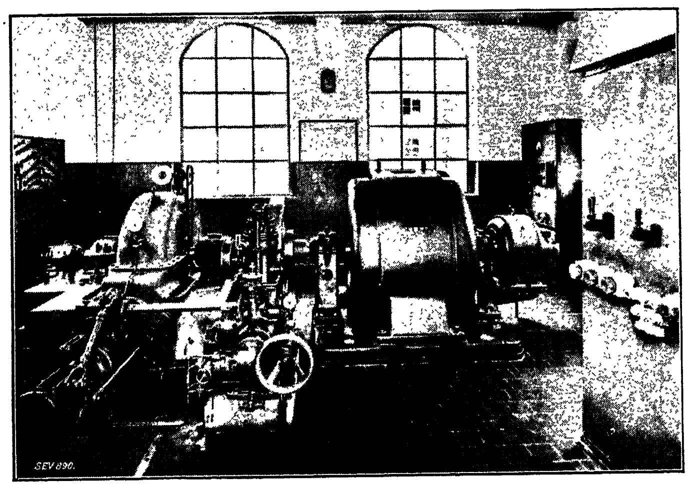


Fig. 12.
Wasser- und Elektrizitätswerk der Gemeinde Buchs, St. Gallen. Neues bedienungsloses und ferngesteuertes Kraftwerk in Altendorf-Buchs. Innenansicht. Dreiphasen-Generator 920 kVA, 350 V, 50 Per/sec, 1000 U/min.

Wiederinbetriebsetzung sperrt: Fig. 11 zeigt eine Aussenansicht des Werkes Hofen. Die Ersparnisse, welche durch den Umbau dieser Anlage auf automatischen Betrieb erzielt werden, betragen ungefähr Fr. 5000.– pro Jahr. Das Werk ist seit September 1927 in Betrieb. Eine ausführliche Beschreibung ist in den BBC-Mitteilungen vom August 1928 erschienen.

In gleicher Weise wie Kraftwerke mit einer Einheit lassen sich solche mit mehreren Einheiten automatisch betreiben. Alle jene Apparate, welche für das Anlassen und Parallelschalten gebraucht werden, also nur während der Inbetriebsetzung arbeiten müssen, können für alle Gruppen gemeinschaftlich verwendet werden, da kein Bedürfnis vorhanden ist, zwei Einheiten gleichzeitig anzulassen. Dadurch wird die automatische Ausrüstung wesentlich vereinfacht.

Es war bisher stets die Rede von Werken, welche entweder selbsttätig oder durch einen Wärter in Betrieb gesetzt werden. Es ist leicht einzusehen, dass es ohne weiteres auch möglich ist, solche Anlagen vom Hauptwerk aus in oder ausser Betrieb zu setzen, sei es durch Benützung der Hochspannungsleitung selbst oder

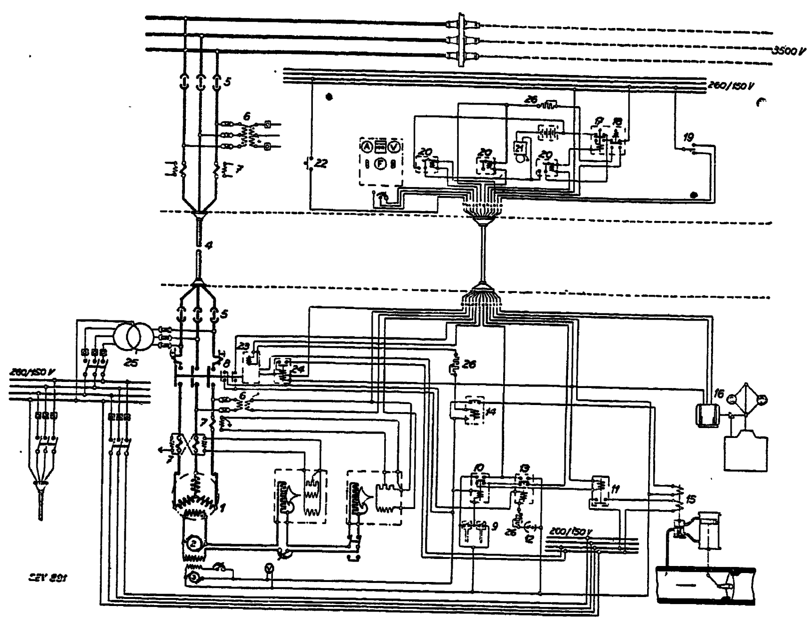


Fig. 13.
Wasser- und Elektrizitätswerk der Gemeinde Buchs, St. Gallen. Neues bedienungsloses und ferngesteuertes Kraftwerk in Altendorf-Buchs. Schaltungsschema.

durch Verlegen spezieller Steuerdrähte. In besonderen Fällen kann auch der Wunsch vorliegen, die Leistung oder die Spannung vom Hauptwerk aus beeinflussen zu können. Hierfür sind natürlich besondere Steuerleitungen nötig. Ein Beispiel einer solchen Anlage ist das Werk Altendorf des Wasser- und Elektrizitätswerkes der Gemeinde *Buchs* (St. Gallen) (Fig. 12 und 13). Es ist mit einer Turbinen-Generatoreinheit von 900 PS ausgerüstet und wird nicht nur ohne Bedienung betrieben, sondern es ist dabei auch der gleichzeitige Betrieb des bestehenden Werkes derart vereinfacht worden, dass seit der Inbetriebsetzung der neuen Einheit, die tagsüber allein in Betrieb ist, der Wärter nur noch Präsenzdienst hat und nur bei Störungen herbeigerufen wird. Der Generator ist in üblicher Weise mit einem automatischen Spannungsregler und einem Ueberstromschutzregler ausgerüstet und die Lager besitzen die bekannten Thermoregulatoren. Die Pelton-Turbine, die mit dem Generator direkt gekuppelt ist, hat einen Drehzahlregler, der mit einem hydraulischen

Servomotor versehen ist, um ein Durchbrennen der Turbine im Falle des Versagens der Oeldruckregulierung zu verhindern. Ein Kontaktmanometer am Servomotor sorgt beim Versagen des Oeldruckreglers für die Ausserbetriebsetzung. Der Oeldruckregler ist ferner mit einer elektrischen Drehzahlverstellvorrichtung ausgerüstet, mit welcher die Drehzahl verändert bzw. die Belastung eingestellt werden kann. Für den Abschluss der Rohrleitung dient ein Keilschieber, der hydraulisch gesteuert wird und durch einen Hubmagneten beeinflusst werden kann. Das freie zweite Wellenende der Turbine ist mit einer kleinen Hilfsdynamo gekuppelt, die für Auslösezwecke dient und während des Betriebes der Gruppe stets Spannung liefert. Die Apparatur für das Erzeugen von Pendelungen für Parallelschaltzwecke sowie ein Parallelschaltapparat selbst sind nicht vorhanden. Dafür ist die Schaltung so getroffen worden, dass sowohl die Regulierung der Drehzahl wie die Steuerung des Generatorschalters vom Hauptwerk aus besorgt werden kann. Eine ausführliche Beschreibung dieses Werkes ist in den BBC-Mitteilungen vom Mai 1928 erschienen.

In vorliegendem Beispiel ist für die Steuerung und Rückmeldung ein zwölfadriges Kabel notwendig. Wenn die Distanz zwischen dem Hauptwerk und dem automatischen Werk gross ist oder das Bedürfnis vorhanden ist, noch mehr Steuerungen oder Rückmeldungen zu realisieren, so fallen die Kosten für die Verbindungsleitungen und das Verlegen derselben so sehr ins Gewicht, dass sie die Wirtschaftlichkeit in Frage stellen. Es kommen dann besondere Fernsteuer- und Fernmelde-Einrichtungen zur Anwendung, welche dadurch gekennzeichnet sind, dass mit einigen wenigen Steuerleitungen eine grosse Zahl von Betätigungen resp. Rückmeldungen ausgeführt werden können. Diese ferngesteuerten Kraftwerke bilden jedoch ein Kapitel für sich und gehören nicht in den Rahmen dieses Vortrages.

Der *Vorsitzende* verdankt auch dieses Referat bestens und eröffnet die *Diskussion.*

Kesselring-Strassburg erkundigt sich nach der Regulierung der Blindleistung in automatischen Kraftwerken; *Regard*-Elektrobank, Zürich, bemerkt, dass sich die im Referat angeführten Beispiele und Erläuterungen jeweils auf automatische Zentralen mit einer einzigen Betriebseinheit beziehen. Er fragt an, ob Anlagen mit zwei oder mehreren Gruppen für vollautomatischen Betrieb auch ausgeführt worden sind und ob nicht, für solche Verhältnisse, besondere Schwierigkeiten und Komplikationen, sei es für die Schaltung oder für die Apparatur selbst, zu erwarten sind, speziell was die unbedingt einzuhaltende Zwangsläufigkeit in der Reihenfolge der Zu- und Abschaltungsmanöver der Gruppen anbetrifft.

Der *Referent* teilt mit, dass die Blindleistung am Spannungsregler der automatisch betriebenen Gruppe beliebig eingestellt werden könne; ist zwischen Hauptwerk und bedienungslosen Maschinen eine Steuerleitung vorhanden, so kann die Blindleistung auch vom Hauptwerk aus reguliert werden. — Ausführungen von bedienungslosen Kraftwerken mit mehr als zwei Einheiten sind bisher nicht gemacht worden. Bei zwei Einheiten wird die Gesamtleistung z. B. so aufgeteilt, dass der eine Generator $^1/_3$, der andere $^2/_3$ übernimmt, wodurch der Wirkungsgrad der Anlage maximal wird. Bei Anlauf des Werkes geht zuerst die kleinere Einheit in Betrieb. Steigt die Leistung, so geht die grössere in Betrieb, die kleinere ausser Betrieb. Steigt die Leistung noch mehr, so gehen beide Einheiten in Betrieb. Bei sinkender Leistung gehen die Generatoren in umgekehrter Reihenfolge ausser Betrieb. Eine solche Anlage ist ausgeführt in Bözingen.

Puppikofer-M. F. O. Oerlikon zeigt eine Reihe von Lichtbildern über das von der Maschinenfabrik Oerlikon entwickelte System automatischer Kraftwerke. Ein erstes Bild stellt die im Vortrage des Herrn Walti erwähnte erste vollautomatische Wasserkraftanlage der Schweiz dar, das Werk La Rançonnière der Stadt Le Locle, das von den Services industriels du Locle zusammen mit der Maschinenfabrik Oerlikon gebaut wurde. Da dieses Werk eventuell zeitweise selbständig und allein auf das Netz der Stadt Le Locle arbeiten muss, wurde es durch ein Vieladerkabel mit Le Locle verbunden, so dass es auch mit Fernsteuerung von dort aus betrieben werden kann. Das Werk ist mit 2 Generatoren von 360 resp. 220 kW ausgerüstet, die, um das Synchronisieren zu vermeiden, als Synchron-Induktionsmaschinen ausgeführt wurden. Die Maschinenfabrik Oerlikon hat ein spezielles System für den Anlauf automatischer Gruppen, sowie ein Parallelschaltrelais entwickelt, mit welchem die Parallelschaltung von Synchronmaschinen jeder Grösse glatt und stosslos ausgeführt werden kann. Er erläutert an Hand von Schemata und Kurven die Arbeitsweise der Oerlikon-Anlagen, wovon sich z. Zt. eine mit zwei Generatoren in Spanien im Bau befindet. (Wir verzichten hier auf die ausführliche Wiedergabe dieser Ausführungen, da voraussichtlich im Bulletin S. E. V. 1929, No. 12, ein eingehender Aufsatz von Herrn Puppikofer über das selbsttätige Anlassen und Parallelschalten der Generatoren in automatischen Kraftwerken erscheinen wird. Dieser Aufsatz enthält die heutigen Darlegungen des Herrn Puppikofer. Die Redaktion.)

Der *Vorsitzende* dankt den Diskussionsrednern für ihre Voten und ersucht die Anwesenden, Wünsche betr. Diskussionsthemata für weitere Versammlungen bekannt zu geben. Es sind auch die Vorträge für die nächste Generalversammlung des S. E. V. festzusetzen. Folgende Themata sind bereits vorgesehen:

Gegenwärtiger Stand der Elektrifizierung in Aegypten und Aussichten für die Zukunft. (Ing. F. Rutgers, Professor an der Techn. Hochschule in Kairo).

Die wirtschaftliche Deckung des Energiebedarfes für das Kochen; stärkere Entwicklung der Abgabe elektrischer Energie.

Mitteilungen des Amtes für Wasserwirtschaft: „Wirtschaftliches über die Energieversorgung des Landes im Winter".

Uebersicht und Untersuchung über die in der Schweiz üblichen und angewandten Tarifsysteme.

Statische Kondensatoren zur Blindleistungskompensation.

Hohlseile in Höchstspannungsanlagen.

Spannungsregulierung unter Last in Höchstspannungsanlagen.

Untersuchung der Windungsbeanspruchung von Transformatoren mit dem Kathodenstrahloszillograph.

Zukunftsaussichten in der Entwicklung von Starkstromapparaten im Zusammenhang mit Hochvakuum.

Fernbetätigung und Fernablesungen.

Anwendung von Elektroöfen unter Ausnützung von Abfallstrom.

Das Dampfkraftwerk in Konkurrenz mit dem Wasserkraftwerk.

Prof. *Wyssling* regt einen Diskussionsvortrag an über die Mittel zur Verbesserung des $\cos\varphi$ in Netzen. Heute sind es zwei Hauptfragen, welche die Elektrizitätswerke interessieren: der Selektivschutz und die Verbesserung des $\cos\varphi$.

Weitere Vorschläge werden keine gemacht.

Der *Vorsitzende* dankt im Namen des Vorstandes des S. E. V. den Mitgliedern und Gästen des S. E. V. für ihre Teilnahme an dieser Diskussionsversammlung. Die grosse Zahl der Anwesenden zeugt für das Interesse, das der Erörterung von Neuerungen auf elektrotechnischem Gebiet entgegengebracht wird; den Vorstand wird dieser Erfolg veranlassen, gelegentlich weitere Diskussionsversammlungen zu veranstalten. Er gibt der Hoffnung Ausdruck, dass sich, im Sinne der Anregung des Herrn Prof. Wyssling, bei späteren Gelegenheiten auch Vertreter der Elektrizitätswerke mit ihrer Betriebserfahrung als Vortragsredner melden, obschon sie sich, namentlich zur Behandlung wirtschaftlicher Fragen, in erster Linie zur Verfügung des V. S. E. stellen werden.

Schluss der Versammlung um 15[30].

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Aus Geschäftsberichten bedeutenderer schweizerischer Elektrizitätswerke.

Elektrizitätswerk des Kantons Thurgau, Arbon, pro 1928.

Der Energieumsatz betrug 45,14 Millionen kWh, gegenüber 41,34 im Vorjahre. In die Sekundärnetze wurden 42,13 Mill. kWh abgegeben, gegenüber 38,12 Mill. im Vorjahre. Die Höchstbelastung betrug 10 800 kW, gegenüber 10 500 im Vorjahre.

Pro abgegebene kWh betrugen die Selbstankaufskosten 4,11 Rp., gegenüber 4,347 Rp., und die durchschnittlichen Einnahmen 6,401 Rp., gegenüber 6,975 Rp. im Vorjahre.

Von der Beteiligung bei den N. O. K. abgesehen, betrugen die *Betriebseinnahmen:*

	Fr.
aus dem Energieverkauf	2 697 609
diverse Einnahmen aus dem Installationsgeschäft, dem Prüfamtbetrieb und andere	33 210

Die *Ausgaben* betrugen:

für Energiebezug	1 731 696
für Verzinsung des investierten Geldes	171 387
für Verwaltung, Betrieb u. Unterhalt	398 051
für Abschreibungen aller Art . . .	428 010

Der Erstellungswert der Verteilanlage betrug bis Ende 1928 Fr. 6 494 238 und deren Buchwert Fr. 3 581 237.

—

Service électrique de la ville de Lugano, sur l'année 1928.

La quantité d'énergie distribuée a atteint 55,77 millions de kWh en augmentation de 2,48 millions par rapport à l'année précédente.

kWh	
44 087 100	furent produits à Verzasca
1 907 740	à Valmara
893 000	dans l'usine thermique
8 881 250	furent achetés à l'Ofelti.

	Mill. de kWh
L'exportation a absorbé	32,57
la traction	1,65
la ville de Lugano	6,88
les communes des environs . . .	8,16
les pertes dans les canalisations et les transformateurs ont été de . .	6,51

	fr.
Les recettes provenant de la vente du courant et de la location des compteurs se sont montées à . .	2 883 935
Les frais d'administration et d'exploitation, y compris l'intérêt des capitaux investis, se sont montés à . .	1 286 368
Pour l'énergie achetée il a été payé	367 951

Aux amortissements, remboursements et versements au fonds de renouvellement on a consacré 606 000
Une somme égale aux frais occasionnés par l'éclairage public et l'éclairage des bâtiments communaux a été versée à la caisse municipale, soit 143 166
Plus pour d'autres buts 468 854

L'ensemble des installations (y compris les compteurs et fr. 348 000 de marchandises en magasin) figure dans les livres pour 3,9 millions.

—

St. Gall.-Appenz. Kraftwerke A.-G., St. Gallen. vom 1. Dezember 1927 bis 30. November 1928.

Die umgesetzte Energiemenge betrug im Berichtsjahre 76,8 Millionen kWh, gegenüber 70 Millionen im Vorjahre. Infolge der verhältnismässig trockenen Witterung betrug die Eigenproduktion ca. 1/6 weniger als im Vorjahre, d. h. 31,8 Millionen kWh, und der Fremdenergiebezug ca. 45 Millionen kWh. Der Gesamtanschlusswert ist im Berichtsjahre von 100 500 kW auf 106 653 kW gestiegen. Die Maximalbelastung betrug 25 000 kW.

Die Einnahmen aus dem Energieverkauf sind um Fr. 403 000 gestiegen, die Ausgaben für Fremdenergie um Fr. 546.700.

Der Geschäftsbericht enthält keine detaillierte Betriebsrechnung, sondern gibt nur an, dass der Ueberschuss derselben Fr. 2 472 644 beträgt.

	Fr.
Die Zinsenlast belief sich auf . . .	473 419
Die Steuern auf	166 237
Die Einlage in die Personal-Versicherungskasse	61 140
Die Abschreibungen und Einlagen in den Erneuerungsfonds und den Reservefonds	1 088 989
Die Aktionäre erhalten (8 %) . . .	680 000

Die Stromerzeugungs- und Verteilanlagen, inklusive Liegenschaften, aber ohne Materialvorräte, stehen mit Fr. 19 075 505 zu Buche. Aktienkapital und Obligationenkapital betrugen unverändert, wie im Momente der Gründung, 8,5 und 20 Millionen.

—

Aktiengesellschaft Wasserwerke Zug, pro 1928.

Diese Gesellschaft befasst sich mit Gas, Wasser und Elektrizitätsversorgung. Das Ergebnis der letzteren war folgendes:

Die Eigenproduktion, von welcher 6,553 kWh auf die Dieselreserven, der Hauptteil aber auf die eigene hydraulische Anlage entfällt, betrug	kWh 3 141 332
Der Fremdstrombezug betrug . .	16 855 248
Der Anschlusswert Ende 1928 betrug	18 634 kW.
Die Einnahmen aus dem elektrischen Betriebe beliefen sich auf	Fr. 1 035 391
Die Verwaltungskosten und Steuern betrugen	118 218
Die Ausgaben für Fremdstrom, Verwaltung, Unterhalt und Betrieb erreichten	531 862
Die Passivzinsen betrugen . . .	75 757
Die Abschreibungen	193 071
Der Betriebsüberschuss	116 481

(Fortsetzung siehe nächste Seite)

Unverbindliche mittlere Marktpreise je am 15. eines Monats.

Prix moyens (sans garantie) le 15 du mois.

		Mai *Mai*	Vormonat Mois précédent	Vorjahr Année précédente
Kupfer (Wire bars) *Cuivre (Wire bars)*	Lst./1016 kg	85/—	91/—	67/—
Banka-Zinn . . . *Etain (Banka)* . .	Lst./1016 kg	201/12/6	208/6/3	234/7/6
Zink . . . . . . *Zinc*	Lst./1016 kg	26/16/3	26/13/9	26, 5
Blei . . . . *Plomb*	Lst./1016 kg	24/5	24/10	20/6/3
Formeisen . . . *Fers profilés* . . .	Schw. Fr./t	128.—	128.—	125.—
Stabeisen . . . . *Fers barres* . . .	Schw. Fr./t	159.—	159.—	140.—
Ruhrnusskohlen *Charbon de la Ruhr* } II 30/50	Schw. Fr./t	45.80	46.50	42.50
Saarnusskohlen *Charbon de la Saar* } I 35/50	Schw. Fr./t	45.—	45.—	42.—
Belg. Anthrazit . . *Anthracite belge* .	Schw. Fr./t	72.—	70.—	70.—
Unionbrikets . . . *Briquettes (Union)* .	Schw. Fr./t	38.—	38.—	38.—
Dieselmotorenöl (bei Bezug in Zisternen) . . . . *Huile pour moteurs Diesel (en wagon-citerne)*	Schw. Fr./t	106.—	106.—	108.—
Benzin *Benzine* } (0,720) .	Schw. Fr./t	295.—	275.—	246.—
Rohgummi . . . . *Caoutchouc brut* .	sh/lb	0/10¾	0/11	0/9
Indexziffer des Eidgenössischen Arbeitsamtes (pro 1914=100) . . . *Nombre index de l'office fédéral (pour 1914=100)*		161	161	162

Bei den Angaben in engl. Währung verstehen sich die Preise f. o. b. London, bei denjenigen in Schweizerwährung franko Schweizergrenze (unverzollt).

Les prix exprimés en valeurs anglaises s'entendent f. o. b. Londres, ceux exprimés en francs suisses, franco frontière (sans frais de douane).

Das Aktienkapital des Gesamtunternehmens beträgt 3 Millionen Franken und erhält eine Dividende von 6 %. Obligationen und Bankschulden betrugen 2,15 Millionen.

Die elektrischen Anlagen, Zähler und Materialvorräte stehen mit Fr. 2 559 017 zu Buche, die übrigen Anlagen (Gas- und Wasserversorgung) mit Fr. 3 184 312.

Miscellanea.

I S A
Internationaler Bund der nationalen Normenvereinigungen.

(International Federation of National Standardizing Associations.)

Im folgenden wird eine kurze Orientierung über die internationalen Normungsarbeiten und deren Organisation, welche durch die I S A verkörpert wird, gegeben.

I. Allgemeines

Die Wichtigkeit der Normung wurde besonders in den Industrieländern seit längerer Zeit erkannt und es wurden nationale Normenkörper zur Organisation und Zusammenfassung der Normungsarbeiten und zur Herausgabe von Normen gegründet. Bei den nationalen Normenkörpern zeigte sich bald das Bedürfnis zur gegenseitigen Information und Fühlungnahme und es bildete sich eine internationale Zusammenarbeit heraus. Zur Ermöglichung der persönlichen Fühlungnahme wurden informatorische Konferenzen abgehalten und ein provisorisches Zentrum für den Austausch der Informationen eingerichtet.

Mit dem zunehmenden Umfange der Normungsarbeiten in den verschiedenen Ländern machte sich das Verlangen nach einer regelmässigen Zusammenarbeit und einem besseren organisatorischen Ausbau des Zentrums mehr und mehr geltend, und im Jahre 1926 wurden in New York die Statuten für die I S A aufgestellt und die Zusammenarbeit auf Grund dieser Statuten begonnen.

II. Zwecke und Ziele der I S A.

Die Art der Zusammenarbeit und die Ziele und Zwecke der I S A sind in den Statuten in folgender Weise festgelegt:

Als erster Grundsatz wird festgehalten, «dass die nationalen Normenkörper der verschiedenen Länder die endgültige Autorität bilden sollen, da die internationale Uebereinstimmung von Normen nur durch die freiwillige Zustimmung aller Beteiligten herbeigeführt werden kann und dass gleiche Stimmberechtigung vorhanden sein soll» (§ 1).

Die Ziele und Zwecke der I S A sind in erster Linie die «Schaffung der Grundlagen für internationale Vereinbarungen über Normen durch einfache systematische Hilfsmittel für den Austausch von Informationen über Normungsarbeiten und über die Tätigkeit in den verschiedenen Ländern» (§ 2 a).

Weitere Programmpunkte sind:

«Aufstellung allgemeiner Richtlinien und Unterstützung der nationalen Normenkörper» (§ 2 b).

«Förderung der Uebereinstimmung zwischen den Normen der verschiedenen nationalen Normenkörper» (§ 2 c).

«Zusammenarbeiten mit allen internationalen Körperschaften, die sich mit Normungsfragen befassen» (§ 2 d).

III. Mitgliedschaft und Rat der I S A.

Die I S A setzt sich zusammen aus den nationalen Normenkörpern, die in den verschiedenen Ländern bestehen, aber nur aus je einem Körper jedes Landes, das die Statuten der I S A annimmt.

Der Rat der I S A setzt sich für die erste Periode zusammen wie folgt:

Erster Präsident der I S A: C. Hoenig, Schweiz.

Mitglieder des Rates der I S A:
- Belgien: G. L. Gérard.
- Deutschland: Dr. e. h. W. Hellmich.
- Frankreich: (Vertreter wird später bestimmt).
- Holland: B. M. Gratama.
- Schweden: Prof. A. Enström.
- Tschechoslowakei: Prof. V. List.

Generalsekretariat der I S A: Zürich, A. Huber-Ruf.

IV. Arbeitsprogramm.

A. Informationen.

Zur gegenseitigen Information über den Stand der Arbeiten werden von den nationalen Normenkörpern in regelmässigen Zeitabständen Fortschrittsberichte ausgetauscht, die nach folgenden Fachgebieten unterteilt sind:

A. Bauwesen.
B. Maschinenbau.
C. Elektrotechnik.
D. Automobil- und Flugwesen.
E. Transportwesen.
F. Schiffbau.
G. Eisen und Stahl.
H. Nichteisenmetalle.
K. Chemische Industrie.
L. Textilindustrie.
M. Bergbau.
N. Landwirtschaft.
O. Holzindustrie.
P. Papierindustrie.
R. Glas und Keramik.
Z. Verschiedenes.

Zur Information werden ferner auch die Normen der verschiedenen Länder nach dem Erscheinen gegenseitig ausgetauscht.

B. Technische Komitees.

Zur Bearbeitung besonderer Gebiete wurden bisher die folgenden technischen Komitees eingesetzt:

1. Schraubengewinde mit Zollabmessungen. Schrauben und Muttern mit Zollgewinde. Die Zollgewinde und die Schrauben und Muttern mit

Zollgewinde werden auch in den Industrieländern des europäischen Kontinents weitgehend verwendet und wurden deshalb in die Normensammlungen der meisten nationalen Normenkörper aufgenommen.

1 c. Schlüsselweiten. Diejenigen Länder, welche sowohl Schrauben mit Zollgewinde als auch solche mit metrischem Gewinde verwenden, legten Wert darauf, dass die Schlüsselweiten für die praktisch übereinstimmenden Durchmesser der beiden Gewindearten die gleichen seien. Eine weitere Vereinfachungsmöglichkeit bestand ferner darin, dass je zwei benachbarte Schraubendurchmesser mit der gleichen Schlüsselweite ausgeführt wurden.

Auf Grund der bisherigen Zusammenarbeit konnte erreicht werden, dass die Schlüsselweiten für Sechskantschrauben nach den Normen der folgenden Länder übereinstimmen: Tschechoslovakei, Deutschland, Finnland, Italien, Norwegen, Oesterreich, Russland, Schweden (für metrische Gewinde), Schweiz und Ungarn.

2. Metrische Schraubengewinde. Schrauben und Muttern mit metrischem Gewinde. Vom Zürcher Kongress vom Jahre 1898 wurde das sogenannte S I-Gewinde (Système International) aufgestellt, welches die Gewindedurchmesser von 6—80 mm umfasst. Dieses Gewinde wurde vor allem in Frankreich eingeführt. Ferner wird es im Automobilbau weitgehend angewendet. Auch diese Normen sind in den Normensammlungen der meisten Normenkörper enthalten. Zum Ausgleich der Normen in den verschiedenen Ländern über die metrischen Gewinde über 80 mm und von 6 mm abwärts und für die Bearbeitung der zugehörigen Schrauben und Muttern und der metrischen Feingewinde wurde das technische Komitee 2 eingesetzt.

3. Passungen (Grenzlehrensystem). Die in verschiedenen Ländern aufgestellten Systeme von Grenzlehren, welche die Auswechselbarkeit der nach diesen Grenzlehren hergestellten Teile sichern sollen, weisen gewisse Abweichungen auf, welche zum Teil auf die verschiedenen Grundlagen für den Aufbau zurückzuführen sind. Um diese Differenzen so weit als möglich auszugleichen, wurden umfangreiche graphische Vergleiche der verschiedenen Systeme ausgeführt. Im Oktober 1928 erfolgte eine informatorische Aussprache über diese Arbeiten und über Vorschläge für die Beseitigung der Abweichungen. Ein wichtiges Ergebnis der bisherigen Fühlungnahme auf diesem Gebiete ist die Festsetzung der einheitlichen Bezugstemperatur von 20° C für Messwerkzeuge, die von den meisten Ländern angenommen wurde, und die Festlegung der Nullinie als Begrenzungslinie.

4. Walzlager (Kugellager und Rollenlager). Eine Fühlungnahme erfolgte mit Amerika, England, Deutschland, Schweden, der Schweiz und andern Ländern. In mehreren internationalen Konferenzen wurden Vorschläge für Kugel- und Rollenlager ausgearbeitet. Sie enthalten Angaben über die Bezeichnung der Teile in den verschiedenen Sprachen, ferner die Masse für Bohrungen, Aussendurchmesser und Breiten und die zulässigen Toleranzen für diese Masse. Den Entwürfen für Radiallager ist von den beteiligten Ländern allgemein zugestimmt worden, während die Achsiallager (Drucklager) noch zur Beratung stehen.

5 a. Rohrleitungen und Flansche. Im Jahre 1919 nahmen mehrere Länder die Bearbeitung der Rohre und Flansche für Wasser, Gas, Dampf und Heissdampf auf und es wurden sukzessive Normenentwürfe für die Nennweiten bis 4000 mm und die Druckstufen bis 100 atm ausgearbeitet. Die Entwürfe wurden allen nationalen Normenkörpern unterbreitet und in mehreren internationalen Konferenzen behandelt. Es liegt nunmehr ein Sammelwerk von ca. 150 Blättern vor, die als Grundlage für die nächste internationale Konferenz dienen.

5 b. Fittinge für Gas- und Wasserleitungen. Zur Behandlung dieser Materie haben ebenfalls internationale Konferenzen stattgefunden, deren Resultat in Form von ca. 30 Normblattentwürfen den verschiedenen Ländern bekannt gegeben wurde.

6. Papierformate. Auf diesem Gebiete hat schon vor Jahren eine Fühlungnahme zwischen den Normenkörpern verschiedener Länder stattgefunden. Es wurde nach dem alten Formatgesetz die sogenannte A-Reihe für Papierformate aufgestellt, deren Basis der Quadratmeter ist und in welcher jede Grösse von der benachbarten durch Hälfteln oder Verdoppeln entsteht. Die Grösse A 4 dieser Reihe bildet das normale Briefformat 210 × 297 mm, das an Stelle der Quart- und Folio-Formate für Geschäftsbriefe, Normalienblätter, Zeitschriften usw. festgelegt wurde. Der vierte Teil dieses Formates, die Grösse A 6 (zweimal gefalteter Brief) bildet das Postkarten-Format 105 × 148 mm), das vom Weltpostverein im Jahre 1924 als internationale Postkartengrösse angenommen wurde.

Eine internationale informatorische Aussprache über die Papierformate fand im Oktober 1928 statt.

7. Nieten. Die Kopfform und die Durchmesser- und Längenabstufung, ferner die Materialspezifikation bildeten in den verschiedenen Ländern Gegenstand der Behandlung, die nunmehr auf internationaler Basis weitergeführt werden soll.

8. Schiffbau, Einzelteile für Meerschiffahrt und für Flußschiffahrt. Der holländische Normenausschuss schlug eine Zusammenarbeit auf diesen Gebieten vor, für die ebenfalls in den Normen verschiedener Länder bereits weitgehende Unterlagen vorhanden sind.

9 a. Klassifikation. Das Bedürfnis nach einer einheitlichen Klassifikation der Normenblätter und der Unterlagen für die Bearbeitung machte sich naturgemäss mit dem Fortschreiten der Arbeiten immer mehr geltend. Diese Arbeiten sind sehr umfangreich und zeitraubend, da sie von den Arbeiten der verschiedenen Fachgebiete abhängen und daher noch stark im Flusse sind. Zurzeit sind Untersuchungen im Gange, wie weit die für die allgemeine Information vereinbarte Stoffeinteilung auch für die Unterteilung und Numerierung der Normen-Sammelwerke verwendet und ausgebaut werden

kann. Ferner wird untersucht, ob und in welcher Form eventuell die Brüsseler Dezimal-Klassifikation bei diesen Arbeiten berücksichtigt werden kann.

9 d. Umrechnungstabellen. Dieses Komitee bearbeitet die Frage der Umrechnungstabellen von Grössen und Einheiten aus dem Zoll- in das metrische Maßsystem.

10. Zeichnungen. Für den Unterricht in den technischen Schulen und für die Lehrkräfte in den Zeichnungsbureaux wurden von den Normenkörpern verschiedener Länder eine grössere Zahl von Normenblättern aufgestellt. Auch hier machte sich das Bedürfnis nach dem Studium auf internationaler Basis geltend.

11. Prüfdrücke für die Abnahme neuer Landdampfkessel. Eine Gegenüberstellung der bestehenden Vorschriften verschiedener Länder wurde angefertigt und eine informatorische Aussprache zwischen den Vertretern verschiedener Länder erfolgte im Oktober 1928. Auf Grund dieser Aussprache werden nun Vorschläge für gemeinsame Richtlinien ausgearbeitet.

12. Gusseiserne Kanalisationsrohre. Für die Gussrohre der Abwasserleitungen usw. bestehen ebenfalls in den verschiedenen Ländern voneinander abweichende Normen, die das Bedürfnis nach Vereinheitlichung hervorriefen. In einer vorläufigen informatorischen Konferenz der interessierten Normenkörper im Oktober 1928 wurden Richtlinien für die weitere Bearbeitung dieses Gegenstandes vereinbart.

13. Achshöhen von Maschinen.
14. Wellenenden von Maschinen.
15. Kupplungen von Maschinen.
16. Keile.

Für den Zusammenbau von Arbeitsmaschinen mit ihren Antriebsmotoren werden oft Verständigungen zwischen verschiedenen Lieferungsfirmen und Abnehmern notwendig. Je nach den Objekten verursachen diese Verständigungen verhältnismässig viel Arbeit und Umstände. Aus diesem Grunde sind für diese Einzelheiten seit langem umfangreiche Arbeiten für die Normung geleistet worden und es erfolgte eine internationale Fühlungnahme, die nunmehr zu bestimmten Vorschlägen für diese Normalisierungen führte. Diese sollen demnächst in internationalen Konferenzen behandelt werden.

17. Stahl und Eisen. Eine Reihe von internationalen Besprechungen der Normen und Vorschläge der verschiedenen Länder hat stattgefunden. Es liegt nunmehr ein Sammelwerk von ca. 35 Blättern mit Entwürfen und Erläuterungen für die Klassifikation, Qualitätsvorschriften und Prüfung von Stahl und Eisen vor, die Aussicht haben, in nächster Zeit von den interessierten Ländern als gemeinsame Richtlinien für diese Materie angenommen zu werden.

18. Handelsmässiges Zink. Auf Antrag des Belgischen Normenkörpers wurden die Vorarbeiten zur Vereinheitlichung der Lieferungsbedingungen für die Lieferung des technischen Zinks aufgenommen, da diese gleichzeitig auch in sechs andern Ländern zur Beratung stehen.

19. Normaldurchmesser. Von einer Anzahl von nationalen Normenkörpern wurde als Grundlage für die Normung von Einzelteilen eine Serie Normaldurchmesser festgelegt. Hiemit soll eine möglichste Reduktion der Masse erreicht werden, für welche die verhältnismässig teuern Grenzlehren beschafft werden müssen.

Da die Durchmesserreihen der verschiedenen Länder voneinander abweichen, wurde von Schweden die internationale Behandlung vorgeschlagen und die Vorarbeiten hiefür sind zurzeit im Gange.

20. Luftschiffahrt.
21. Sprinkler- (Feuerlösch-) Anlagen.
22. Automobilteile.
23. Landwirtschaftliche Maschinen.

Die Normung der Materialien, Prüfvorschriften, Einzelteile usw. für diese Fachgebiete ist in verschiedenen Ländern schon weitgehend fortgeschritten. Da auch hier für Hersteller und Verbraucher das Bedürfnis nach einheitlichen Grundlagen besteht, wurden die Arbeiten auf internationaler Basis aufgenommen.

24. Kontrollsiebe. Für die Beurteilung von körnigen und pulverisierten Materialien wurden in mehreren Ländern Normen für Siebe aufgestellt. Auf Anregung des polnischen Normenausschusses wird auch hier eine Zusammenarbeit eingeleitet.

C. Umfragen.

Zur Feststellung der Zweckmässigkeit der Anhandnahme neuer Arbeiten auf internationaler Grundlage werden auf Wunsch der nationalen Normenkörper von Fall zu Fall Umfragen abgehalten, welche das Bedürfnis und die Vorschläge für das Arbeitsprogramm vor Inangriffnahme neuer Arbeiten feststellen.

V. Zusammenarbeit der verschiedenen nationalen Normenkörper.

Die Zusammenarbeit wird besonders durch folgende Faktoren beeinflusst:

a) Verschiedenheit der Sprache;
b) Verschiedenheit der Grundlagen, Verfahren und Ziele bei der Bearbeitung von Normen, Regeln, Liefervorschriften und bei der Massnormung;
c) Entfernung der Sekretariate der verschiedenen Normenkörper voneinander.

Die bisher abgehaltenen internationalen Normungskonferenzen haben gezeigt, dass sich die Grundlagen für das Zusammenarbeiten mit den fortschreitenden Möglichkeiten der persönlichen Fühlungnahme der Vertreter der verschiedenen Normenkörper immer günstiger gestalten. In den meisten Fällen, wo diese persönliche Fühlungnahme erfolgen kann, ist es möglich, Mittel und Wege zu Verständigungen für gemeinsame Richtlinien zu finden.

Der Umstand, dass eine Anzahl Länder das Zoll-Maßsystem anwenden, während andere das metrische System besitzen, veranlasste die meisten Länder, bei der Massnormung von Gewinde, Schrauben usw. die beiden Maßsysteme zu berücksichtigen und nur eine möglichst weitgehende Annäherung der Form der Normen anzustreben. Man war dabei der Meinung, dass die Frage der Verdrängung des einen oder andern Maßsystems keinesfalls im Zusammenhang mit den Normungsarbeiten aufgeworfen werden

dürfe und man erachtete die Vorteile, welche die Schaffung einheitlicher Normen für das Zollsystem einerseits und für das metrische System andererseits biete, als von so grosser Bedeutung, dass eine internationale Zusammenarbeit für dieses Ziel gegenüber dem heutigen Zustand schon erhebliche wirtschaftliche Vorteile bringt.

Die bisherigen Arbeiten haben ferner gezeigt, dass die Angleichung der bestehenden Normen der verschiedenen Länder besonders viel Arbeit verursachen, während bei Bearbeitung neuer Normen eine Einigung auf gemeinsame Richtlinien leichter möglich ist.

Dieser Umstand erklärt sich daraus, dass in den Fällen, wo bereits nationale Normen bestehen, in der Regel die Interessenten weitgehende Umstellungen auf diese nationalen Normen vorgenommen haben, so dass nachher oft wenig Neigung besteht, zugunsten einer internationalen Verständigung eine nochmalige Aenderung in Erwägung zu ziehen. Nationale Normen, die in wesentlichen Punkten von denjenigen der Nachbarländer abweichen, haben jedoch in manchen Fällen keinen dauernden Bestand.

Diese Ueberlegungen zeigen die Vorteile, welche die Möglichkeit einer raschen Information und gegebenenfalls Zusammenarbeit bei Aufstellung neuer Normen auf internationaler Basis bietet.

VI. Schlussbemerkungen.

Die Handelsverbindungen zwischen den verschiedenen Ländern, die im Export und Import dieser Länder zum Ausdruck kommen, werden um so mehr erleichtert, je besser die Verständigungsmöglichkeiten zwischen Käufer und Verkäufer sind. Die internationalen Vereinbarungen über Bezeichnungen, Spezifikationen, Vorschriften, Liefer- und Abnahmebedingungen, Materialqualitäten usw. kommen sowohl den direkt Beteiligten als letzten Endes auch der Allgemeinheit zugute. In diesem Sinne hat auch die Genfer Wirtschaftskonferenz des Völkerbundes vom Jahre 1927 zu der Frage Stellung genommen, indem sie in ihrer Resolution zum Ausdruck brachte, dass sie die Normung als eines der Mittel betrachte, die geeignet seien, die ungünstige Lage in verschiedenen Ländern zu verbessern.

A. Huber-Ruf.

Vereinsnachrichten.

Die an dieser Stelle erscheinenden Artikel sind, soweit sie nicht anderweitig gezeichnet sind, *offizielle Mitteilungen des Generalsekretariates des S. E. V. und V. S. E.*

Korrosionskommission.

V. Bericht und Rechnungen über das Jahr 1928,

zu Handen

des Schweizerischen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern (S. V. G. W.), Zürich;
des Verbandes Schweizerischer Transportanstalten (V. S. T.), Bern;
der Obertelegraphendirektion (O. T. D.), Bern;
des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (S. E. V.), Zürich.

Die Zusammensetzung der Kommission hat insofern eine Aenderung erlitten, als der Verband Schweizerischer Transportanstalten an Stelle von Herrn Generaldirektor *Ch. Rochat*, der von der Leitung der Genfer Strassenbahn zurückgetreten ist, seinen Nachfolger, Herrn *E. Choisy*, als seinen Vertreter bezeichnet hat. Wir benützen gerne die Gelegenheit, um Herrn Ch. Rochat für die langjährige Mitarbeit in der Kommission den besten Dank auszusprechen.

Die Zusammensetzung der Kommission ist demgemäss gegenwärtig folgende:

Präsident:
J. Landry, Professor, Direktor der Ecole d'Ingénieurs, Lausanne, Delegierter des S. E. V.

Mitglieder:
E. Choisy, Directeur des Tramways électriques, Genève, Delegierter des V. S. T.
A. Filliol, Directeur du Service de l'Electricité de Genève, Delegierter des S. E. V.
Dr. *J. Forrer*, Sektionschef, Bern, Delegierter der O. T. D.
H. Peter, a. Direktor der Wasserversorgung, Zürich, Delegierter des S. V. G. W.
E. Trechsel, Sektionschef, Bern, Delegierter der O. T. D.
Ph. Tripet, Directeur des Tramways de Neuchâtel, Delegierter des V. S. T.
Dr. *W. Wyssling*, a. Professor der Eidg. Techn. Hochschule, Wädenswil, Delegierter des S. E. V.
H. Zollikofer, Sekretär und Delegierter des V. S. G. W., Zürich.

Leiter der Kontrollstelle:
H. F. Zangger, Chef der Technischen Abteilung des Generalsekretariates des S. E. V. und V. S. E., Zürich.

Die Korrosionskommission hat im Frühjahr eine Sitzung abgehalten, in welcher sie den Bericht des Jahres 1927 beraten, die Rechnungen und die Bilanz auf Ende 1927 genehmigt, wie auch die Budgets für das Jahr 1929 aufgestellt hat. Diese Dokumente wurden den beteiligten Verbänden zugestellt und im Monatsbulletin des S. V. G. W.[1]) sowie im Bulletin des S. E. V.[2]) veröffentlicht. Der V. S. T. hat dieselben seinen Mitgliedern, *welche Gleichstrombahnen betreiben*, zugestellt.

Die Kommission nahm ferner mit Befriedigung von einem Bericht der Kontrollstelle Kenntnis, aus dem hervorgeht, dass mit zwei Ausnahmen bei allen Bahnen, in deren Gebiet die Kontrollstelle seit mindestens zwei Jahren

[1]) Siehe Bulletin des S. V. G. W. 1928, No. 8, Seiten 210 und ff.
[2]) Siehe Bulletin des S. E. V. 1928, No. 10, Seiten 344 und ff.

regelmässige Untersuchungen vorgenommen hat, zum Teil sehr wesentliche Verbesserungen der Schienenstösse konstatiert wurden.

Da die im Jahre 1923 abgeschlossenen Verträge zur regelmässigen Untersuchung im Gebiete schweizerischer Bahnen im Jahre 1929 gekündet werden können, hat die Kontrollstelle der Kommission folgenden Vorschlag betreffend die Weiterführung solcher Untersuchungen unterbreitet:

Die Verträge werden von seiten der Kontrollstelle nicht gekündet und laufen (wie in denselben vorgesehen), wenn auch von seiten der Auftraggeber keine Kündigung und Aenderung des Vertragsverhältnisses gewünscht wird, mit einjähriger Kündigungsmöglichkeit weiter. Die Kontrollstelle schlägt aber denjenigen Auftraggebern, in deren Gebiet die Anlagen in bezug auf Schienenströme den in den Leitsätzen aufgestellten Normen entsprechen und wo 90 % oder mehr der jährlich zu kontrollierenden Schienenstösse keine grösseren Widerstände als diejenigen von 3 m-Schiene aufweisen, vor, mit der Kontrollstelle neue Verträge abzuschliessen. In den neuen Verträgen sollen die Korrosionsuntersuchungen nur noch in zweijährigen Intervallen, aber im übrigen in gleichem Umfange wie bisher durchgeführt werden. Die neuen Verträge sollen sich auf drei Untersuchungen, zwei teilweise und eine vollständige Untersuchung erstrecken, so dass sie auf sechs Jahre lauten. Bei den Anlagen, bei denen die neuen Vertragsbestimmungen noch nicht angewendet werden können, laufen die bestehenden Verträge so lange weiter, bis der oben geschilderte Zustand erreicht sein wird.

Die Kommission hat diesem Vorschlage als Empfehlung an die beteiligten Verwaltungen einstimmig beigepflichtet, mit dem Zusatz, dass die Kontrollstelle auch in der zwischen zwei Untersuchungen liegenden Zeit ermächtigt sein soll, besondere Untersuchungen vorzunehmen, wenn Aenderungen in der Bahnanlage solche Zwischenrevisionen als wünschbar erscheinen lassen.

Die Untersuchungen der Kontrollstelle im Berichtsjahre haben ergeben, dass die Anlagen der Städtischen Strassenbahnen Bern, diejenigen der Basler Strassenbahnen, wie auch die Bahnen Basel-Aesch und Basel-Pratteln, die beide von den Basler Strassenbahnen betrieben und unterhalten werden, sich in so gutem Zustande befinden, dass an diesen Orten neue Verträge abgeschlossen werden können.

Die Kommission hat sodann die Kontrollstelle ermächtigt, eine Einrichtung zur Messung der Austrittsstromdichte von Erdströmen, wie sie vom Bureau of Standards in Washington entwickelt wurde, von der Firma «Rawson, Electrical Instrument Co.» zu erwerben, wofür sie einen Kredit von Fr. 3750.— bewilligte. Diese Ausrüstung wurde gegen Ende des Berichtsjahres abgeliefert und wurde sowohl vom Bureau of Standards wie auch von der Kontrollstelle untersucht und in Ordnung befunden.

Endlich beauftragte die Kommission die Kontrollstelle mit der Erstattung eines Berichtes über die Wünschbarkeit der Ausdehnung der Untersuchungen der Kontrollstelle auf Schäden an unterirdisch verlegten Leitungen durch Erdströme von Wechselstrombahnen.

Die Kontrollstelle der Korrosionskommission, deren Geschäfte das Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E. führt, hat im Berichtsjahre einen neuen Vertrag mit den im Gebiete der Tramways de Fribourg interessierten Verwaltungen abgeschlossen. Ferner hat sie den Vertrag mit den Interessenten im Gebiete der Strassenbahnen der Stadt Bern auf der oben erwähnten neuen Grundlage abgeschlossen und Unterhandlungen zur Erneuerung der Verträge mit den Interessenten im Gebiete der Basler Strassenbahnen und der Ueberlandbahnen Basel-Aesch und Basel-Pratteln geführt. Die Vertragsabschlüsse mit den letztgenannten Bahnen fallen nicht mehr in das Berichtsjahr. Auf Ende des Berichtsjahres waren die Anlagen der nachstehend angegebenen Strassen- und Ueberlandbahnen auf Grund der Leitsätze [3]) und der Uebereinkunft [4]) zu untersuchen:

Basler Strassenbahnen, Basel;
Städtische Strassenbahn, Zürich;
Städtische Strassenbahnen, Bern;
Trambahn St. Gallen;
Städtische Strassenbahn, Biel;
Tramways Lausannois, Lausanne;
Tramvie Elettriche comunale di Lugano;
Tramways de Fribourg;
Chur-Arosa-Bahn, Chur;
Zürich-Uetliberg-Bahn, Zürich;
Strassenbahn Basel-Pratteln, Basel;
Strassenbahn Basel-Aesch, Basel;
Strassenbahn St. Gallen-Speicher-Trogen, Speicher;
Tramway Vevey-Montreux-Chillon-Villeneuve, Territet.

Die Kontrollstelle hat folgende Messungen und Kontrollen gemacht:

	Im Berichtsjahre	Im Vorjahre	Zunahme
Messung des Widerstandes von Schienenstössen .	31 297	26 357	+ 20 %
Kontrolle von nach dem Thermitverfahren geschweissten Schienenstössen	4 820	11 850	— 60 %
Messung des Widerstandes zwischen parallelen Geleisesträngen an Orten . . .	2 863	1 915	+ 48 %

In bezug auf Zeitaufwand entspricht dies einer Zunahme der Arbeit von ca. 20 %.

Ferner hat die Kontrollstelle gegenüber dem Vorjahre in wesentlich erhöhtem Masse besondere Untersuchungen auf Wunsch verschiedener Unternehmungen vorgenommen, so allgemeine

[3]) Siehe Bulletin S. E. V. von 1922, No. 11, Seiten 405 und ff. und Aenderungen Bulletin S. E. V. von 1928, No. 10, Seiten 344 und 345. Separatabzüge dieser Leitsätze sind zum Preise von Fr. 3.50 (für Mitglieder des S. V. G. W., des V. S. T., des S. E. V. und für die O. T. D. zum Preise von Fr. 2.50) beim Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E. Zürich, Seefeldstr. 301, erhältlich.

[4]) Siehe Bulletin S. E. V. 1922, No. 12, Seite 572.

Korrosionsuntersuchungen im Gebiete der Strassenbahn Locarno und der Bahnen Aigle-Ollon-Monthey, Aigle-Leysin, Aigle-Sépey-Diablerets, Bex-Gryon-Villars, Monthey-Champéry-Morgins. Ferner wurden sämtliche Schienenstosswiderstände der Aarau-Schöftland-Bahn und der Wynentalbahn gemessen. Da ferner seit unsern allgemeinen Untersuchungen in Basel im Jahre 1920 wesentliche Aenderungen des Strassenbahnnetzes und des Strassenbahnbetriebes erfolgt waren (u. a. Inbetriebnahme einer neuen Umformerstation), hat die Kontrollstelle die Rückleitungsverhältnisse des Basler Netzes neuerdings vollständig untersucht und den Interessenten zwei Varianten zur Verbesserung derselben vorgeschlagen. Ausserdem sind, wie gewohnt, eine Reihe von Rohr- bzw. Kabelmantelstrommessungen vorgenommen worden, so eine ganze Serie solcher im Sihltal, vier im Gebiete der Stadt Zürich und je eine in Vevey, Schlieren, Rapperswil und Uster.

Ueber diese Untersuchungen erhielten die beteiligten Verwaltungen eingehende Berichte.

Als Ergebnis der von der Kontrollstelle durchgeführten Untersuchungen kann auch im Berichtsjahre eine Verbesserung der Zustände konstatiert werden, die in Bern und Basel sowie bei den zwei Basler Vorortsbahnen, wie bereits erwähnt, soweit gefördert wurde, dass diese Netze heute als in gutem, teilweise sehr gutem Zustande sich befinden. Dies sollte aber nicht ein vollständiges Aufhören der Kontrolle zur Folge haben, wenn nicht mit der Zeit wieder Zustände, wie sie bei Aufnahme der Arbeiten der Kontrollstelle konstatiert wurden, auftreten sollen. Als erfreuliches Zeichen des Verständnisses aller beteiligten Interessenten im Gebiete dieser Bahnen kann festgestellt werden, dass sich dieselben der genannten Auffassung durch Abschluss neuer Verträge anschliessen.

Im Juni tagte in Paris das «Comité Consultatif International des communications téléphoniques à grande distance» (C. C. I.), das, wie bereits in früheren Berichten unserer Kommission erwähnt, Leitsätze auf gleicher Basis wie die schweizerischen zur Verminderung der Korrosion aufgestellt hat. Der Leiter der Kontrollstelle hat an diesen Beratungen als Experte teilgenommen. Das C. C. I. hat seinen Entwurf verschiedenen anderen Organisationen zur Meinungsäusserung zugestellt und dieselben zur Teilnahme an Beratungen in Paris eingeladen. Gegen diesen Entwurf hat der Internationale Verein der Strassenbahnen und Kleinbahnen, der seinen Sitz in Brüssel hat, Einspruch erhoben. Dieser Einspruch soll nun in der Commission Mixte Internationale pour les Expériences relatives à la Protection des Lignes téléphoniques (C. M. I.), einer Gründung der C. C. I., in welcher aber auch andere Organisationen als die Telephonverwaltungen Sitz und Stimme haben, beraten werden.

Finanzielles. Die Rechnung der Korrosionskommission hat 1927 mit einem Passivsaldo von Fr. 625.53 abgeschlossen. Bei Fr. 8239.40 Einnahmen ergibt sich auf Ende des Berichtsjahres ein Aktivsaldo im Betrage von Fr. 1161.37. Dieser wird auf neue Rechnung vorgetragen.

Die Rechnung der Kontrollstelle ergibt bei einem Saldovortrag von Fr. 947.50 und Fr. 25 846.40 Einnahmen (im Vorjahre Franken 21 335.35) einen Einnahmenüberschuss von Fr. 932.80, der auf neue Rechnung vorgetragen wird.

Der Rückzahlungsfonds, aus welchem den in der Korrosionskommission vertretenen Verbänden und Verwaltungen der 1922 geleistete Vorschuss von Fr. 9000.— zurückerstattet werden soll, ist um Fr. 1755.90 auf Fr. 5895.30 angewachsen, der Erneuerungsfonds ist nach Abzug der Ausgaben für die Instandhaltung der Ausrüstung um Fr. 1804.— auf Fr. 5710.30 geäufnet worden.

Der Präsident der
Korrosionskommission:
(gez.) *J. Landry.*

Bericht über die Revision der Rechnungen der Korrosionskommission. Vereinbarungsgemäss werden die Rechnungen der Kommission im Turnus von den in der Kommission vertretenen Interessenten revidiert. Die Rechnungen des Jahres 1928 sind im Auftrage der Obertelegraphendirektion Bern von Herrn *Jb. Meyer,* Dienstchef der Obertelegraphendirektion, revidiert worden. Der Revisionsbericht hat folgenden Wortlaut:

«Der Unterzeichnete hat heute die ihm vorgelegte Jahresrechnung und Bilanz der Kontrollstelle der Korrosionskommission geprüft, mit den vorhandenen Belegen verglichen und in allen Teilen richtig befunden.

Er beantragt, die auf 31. Dezember 1928 abschliessende Jahresrechnung und die Bilanz zu genehmigen und Décharge-Erteilung an die zuständigen Verwaltungsorgane.

Zürich, den 9. April 1929.

Der Rechnungsrevisor:
(gez.) *Jb. Meyer.*»

Korrosionskommission.

Rechnungen über das Jahr 1928.

I. Kommission.

	Fr.
A. Einnahmen:	
Ordentlicher Beitrag der Verbände	1 500.–
Ausserordentlicher Beitrag der Verbände	5 800.–
Rückstellung für Studien mit dem Erdstromampèremeter	939.40
	8 239.40
B. Ausgaben:	
Passiv-Saldovortrag vom Jahre 1927	625.53
Geschäftsführung	1 529.90
Anschaffung der Erdstrom-Messausrüstung und Prüfung derselben	3 615.60
Diverse Studien	1 307.–
Aktivsaldo	1 161.37
	8 239.40

II. Kontrollstelle.

	Fr.
A. Einnahmen:	
Aktiv-Saldovortrag vom Jahre 1927	947.50
Korrosionsuntersuchungen	25 846.40
	26 793.90
B. Ausgaben:	
Allgemeine Arbeiten und Barauslagen	2 198.75
Ausführung der Korrosionsuntersuchungen	19 712.35
Einlage in den Rückzahlungsfonds	1 580.–
Einlage in den Erneuerungsfonds	2 370.–
Aktiv-Saldo	932.80
	26 793.90

III. Rückzahlungsfonds.

	Fr.
A. Einnahmen:	
Saldovortrag vom Jahre 1927	4 139.40
Zins vom Jahre 1928	175.90
Einlagen am 31. Dezember 1928	1 580.—
	5 895.30
B. Ausgaben: Keine.	
Bestand des Fonds am 31. Dezember 1928	5 895.30

IV. Erneuerungsfonds.

	Fr.
A. Einnahmen:	
Saldovortrag vom Jahre 1927	3 906.30
Zins vom Jahre 1928	166.–
Einlagen am 31. Dezember 1928	2 370.–
Entschädigung der Schweiz. Bundesbahnen	28.25
	6 470.55
B. Ausgaben:	
Reparaturen, Erneuerung, Unterhalt	760.25
Bestand des Fonds am 31. Dezember 1928	5 710.30
	6 470.55

V. Bilanz auf 31. Dezember 1928.

Aktiven:	Fr.	Passiven:	Fr.
Schienenstossmessausrüstung (inkl. Betriebsvorschuss)	8 999.—	Vorschuss der Verbände	9 000.—
Erdstrommessausrüstung	1.—	Rückzahlungsfonds	5 895.30
Guthaben beim S. E. V.	13 699.52	Erneuerungsfonds	5 710.05
		Guthaben der Kontrollstelle	932.80
		Guthaben der Kommission	1 161.37
	22 699.52		22 699.52

Budgets für das Jahr 1930.

I. Kommission.

	Fr.
A. Einnahmen:	
Ordentliche Beiträge der Verbände	1 500.—
Ausserordentliche Beiträge der Verbände	3 000.—
	4 500.—
B. Ausgaben:	
Geschäftsführung	1 500.—
Korrosionsschädenuntersuchungen	1 000.—
Diverse Studien	2 000.—
	4 500.—

II. Kontrollstelle.

	Fr.
A. Einnahmen:	
Korrosionsuntersuchungen	18 000.—
	18 000.—
B. Ausgaben:	
Allgemeine Arbeiten und Barauslagen	2 500.—
Korrosionsuntersuchungen	13 000.—
Einlage in den Rückzahlungsfonds	1 000.—
Einlage in den Erneuerungsfonds	1 500.—
	18 000.—

Comité Suisse de l'Eclairage (C. S. E.).
Landeskomitee der Commission Internationale de l'Eclairage (C. I. E.).

—

Bericht
über die Tätigkeit im Jahre 1928
mit
Rechnung über das Jahr 1928
und Budget für das Jahr 1929.

—

Im Berichtsjahre setzte sich das Komitee wie folgt zusammen:

Präsident: *A. Filliol,* directeur du Service de l'Electricité de la Ville de Genève, Genève, vom Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (V. S. E.) delegiert.

Vizepräsident: *E. Payot,* Direktor der Schweizerischen Gesellschaft für elektrische Industrie, Basel, vom Schweizerischen Elektrotechnischen Verein (S. E. V.) delegiert.

Sekretär und Kassier: *F. Largiadèr,* Ing., Generalsekretär des S. E. V. und des V. S. E., Zürich, vom S. E. V. delegiert.

Uebrige Mitglieder:

F. Buchmüller, Chefingenieur des Eidg. Amtes für Mass und Gewicht, Bern, von diesem delegiert.

O. Burckhardt, Architekt, Basel, vom Schweizerischen Ingenieur- und Architektenverein delegiert.

P. Joye, Prof. Dr., directeur de l'Institut de Physique de l'Université de Fribourg, vom S. E. V. delegiert.

P. Keller, Ing., Direktor der Bernischen Kraftwerke Bern, vom V. S. E. delegiert.

E. Kœnig, Dr., Direktor des Eidg. Amtes für Mass und Gewicht, Bern, von diesem delegiert.

K. Sulzberger, Dr., Ing., Zürich, vom S. E. V. delegiert.

M. Thoma, Direktor des Gas- und Wasserwerkes der Stadt Basel, vom Schweizerischen Verein von Gas- und Wasserfachmännern delegiert.

W. Trüb, Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich, Zürich, vom V. S. E. delegiert.

Herm. Zollikofer, Ing., Sekretär des Schweizerichen Vereins von Gas- und Wasserfachmännern, Zürich, vom Schweizerischen Ingenieur- und Architektenverein delegiert.

Die Unterkommission für Automobilbeleuchtung sah sich veranlasst, Vertreter der Automobilverbände und der Industrie zur Mitarbeit beizuziehen; diese Kommission wurde bestellt aus den Herren *E. Payot,* Präsident, F. *Buchmüller* und *P. Keller* als Mitglieder, und den Herren *Billon,* delegiert von der Scintilla A.-G. Solothurn, *Endtner,* delegiert von der Oberpostdirektion, *Grossenbacher,* delegiert vom Schweizerischen Automobilklub, *Gschwind,* delegiert vom Verband Schweizerischer Motorlastwagenbesitzer, *Meierhofer* jun., delegiert von der B. A. G. Turgi, *Patru,* delegiert von der S. A. Jean Gallay & Cie, Genf, und *Quinclet,* delegiert vom Touring Club Suisse, als Mitarbeiter.

Die Zusammensetzung der Unterkommissionen für *Definitionen und Symbole, Arbeits- und Verkehrsbeleuchtung* und *Blendung* ist unverändert geblieben [1]).

Durch das Entgegenkommen der B. A. G. Turgi (Bronzewarenfabrik A.-G.) ist das C. S. E. in der Lage, auch auf dem Studiengebiet der *Beleuchtungsgläser* mitzuarbeiten.

Zur Bearbeitung der Studiengebiete *heterochrome Photometrie* und *Signalgläser* konnten bisher keine geeigneten Interessenten gefunden werden.

Den Herren Mitarbeitern, welche sich im Berichtsjahre dem C. S. E. zur Verfügung gestellt haben, sei auch an dieser Stelle der beste Dank ausgesprochen.

Im Berichtsjahre fanden zwei Sitzungen des C. S. E. in Bern statt, eine Sitzung der Kommission für Definitionen und Symbole ebenfalls in Bern, und zwei Sitzungen der Kommissionen für Automobilbeleuchtung, eine in Bern und eine in Basel.

Die Tätigkeit des C. S. E. bezog sich hauptsächlich auf die Behandlung der Traktanden der siebenten Session der Commission Internationale de l'Eclairage (C. I. E.), welche im September 1928 in Nordamerika abgehalten wurde, und auf die Vorbereitung von Berichten, die das C. S. E. für diese Session einzureichen beabsichtigte.

Diese Arbeiten zeitigten folgende Berichte:

1. *Plan d'un vocabulaire de l'Eclairage et listes de termes adoptés par les Comités français et anglais.* Das C. S. E. ist Sekretariat des Studienkomitees der C. I. E. für das Vocabularium, und Herr Prof. *Joye* ist Präsident des internationalen Studienkomitees. Der Entwurf enthält eine Reihe von lichttechnischen Ausdrücken in französischer und englischer Sprache, wobei die Ausdrücke nach logischen Gruppen geordnet sind; die Uebersetzung in die deutsche und die italienische Sprache ist vorgesehen. Ferner enthält der Bericht Vorschläge von Richtlinien für die Weiterführung des Vocabulariums.

2. *Leitsätze für Beleuchtung.* Vom C. S. E. unter Führung des Herrn Dir. *W. Trüb* aufgestellte Leitsätze für Beleuchtung sind bereits in Bellagio von der C. I. E. im Hinblick auf die Session in Nordamerika diskutiert worden. Herr Trüb hat diese Leitsätze im Einverständnis mit dem C. S. E. umgearbeitet, so dass sie in neuer Form der C. I. E. unterbreitet werden konnten.

3. *Photometrische Vergleichsmessungen zwischen dem National Physical Laboratory in Teddington und dem Eidg. Amt für Mass und Gewicht.* In diesem Bericht, verfasst von den Herren Dir. Dr. *E. König* und *F. Buchmüller,* wird auf die Notwendigkeit hingewiesen, die Diskussion über die Verhältniszahl der C. I. E.-Kerze zur Hefner-Kerze wieder aufzugreifen und noch bestehende Unstimmigkeiten abzuklären.

4. *Bericht über den gegenwärtigen Stand der Automobilbeleuchtung in der Schweiz.* Um ein Bild über den Stand der Automobilbeleuchtung in der ganzen Welt entwerfen zu können, hat das amerikanische Nationalkomitee als Sekretariat des Studienkomitees der C. I. E. für Automobilbeleuchtung von den verschiedenen Nationalkomitees einen Bericht über den Stand der Frage in den einzelnen Ländern und die Ansichten über Möglichkeiten zur Verbesserung und Normalisierung der Automobilbeleuchtung eingefordert. Die erweiterte Kommission des C. S. E. für Automobilbeleuchtung hat unter dem Vorsitz von Herrn Dir. *E. Payot* einen solchen Bericht verfasst, mit einer kritischen Darstellung der heute in der Schweiz angewendeten Automobilbeleuchtungssysteme.

VII. Session der C.I.E.

Die siebente Session der Commission Internationale de l'Eclairage (C. I. E.) fand vom 22. bis 28. September 1928 in Saranac-Inn (N. Y.) in den Vereinigten Staaten von Nordamerika statt. Die Veranstaltung war vom amerikanischen Nationalkomitee in grosszügiger Weise zu einem internationalen beleuchtungstechnischen Kongress ausgebaut worden, welchem eine Studienreise in die bedeutendsten Städte und Industrieplätze des nordöstlichen Teils der U. S. A. und die viertägige Jahressitzung der amerikanischen «Illuminating Engineering Society» in Toronto (Canada) voranging. An dem Kongress und mehrheitlich auch an der Studienreise haben insgesamt ca. 80 Vertreter von 11 Ländern teilgenommen. Die Schweiz war dabei durch die Comité-Mitglieder, Hrn. Präsident Filliol, Hrn. Dir. Payot, Hrn. Dir. Trüb, sowie durch Hrn. Tobler, Obering. der Technischen Prüfanstalten des S. E. V., vertreten. Unserer Delegation hat sich ferner Herr Trolliet von der Genfer Firma Trolliet Frères angeschlossen.

Die im September 1927 in Bellagio anlässlich einer Vorsitzung der C. I. E. gefassten Beschlüsse betreffend die Unterteilung der zu bearbeitenden Materie in eine grössere Zahl Untergruppen und die Uebertragung der Geschäftsführung dieser Gruppen an einzelne Landeskomitees kam bei dem Kongress in Amerika zum ersten Male zur Geltung. Die von 20 Unterkommissionen zu behandelnde Materie lässt sich in folgende 3 Hauptgruppen unterteilen:

a) Begriffsbestimmung und Vokabularium zum Zwecke internationaler Verständigung;

[1]) Siehe Bulletin S. E. V. 1928, No. 8, Seite 274.

b) Wissenschaftliche und messtechnische Seite der Beleuchtungsfragen;
c) Praktische Anwendung der Beleuchtungstechnik.

Unter die *Hauptgruppe a)* fallen die Unterkommissionen für:
1. Definitionen und Symbole;
2. Mehrsprachiges Wörterverzeichnis.

Zur *Hauptgruppe b)* gehören die Unterkommissionen für:
1. Photometrische Normale;
2. Genauigkeit der Photometrie;
3. Heterochrome Photometrie;
4. Colorimetrie;
5. Farbige Signalgläser;
6. Lichtzerstreuende Materialien;
7. Blendung.

Für die *Hauptgruppe c)* arbeiten die Unterkommissionen für:
1. Tageslichtbeleuchtung;
2. Prüfflächen für die Beleuchtungsmessung;
3. Fabrik- und Schulbeleuchtung;
4. Oeffentliche (Strassen-) Beleuchtung;
5. Automobilscheinwerfer;
6. Wohnungsbeleuchtung;
7. Schaufensterbeleuchtung;
8. Lichtstromverteilung;
9. Kinematographenbeleuchtung;
10. Beleuchtung für die Luftschiffahrt;
11. Unterricht in der Beleuchtungskunst.

Berücksichtigt man einerseits das sehr umfangreiche Arbeitsgebiet und die weitschichtige und zum Teil schwierige Materie, anderseits den Umstand, dass die Neuorganisation der Kommissionsarbeiten erst im vergangenen Jahre vorgenommen wurde, so ist es nicht verwunderlich, dass die internationale Verständigung und die technischen Ergebnisse in den einzelnen Untergruppen sehr verschieden weit gediehen sind. Ohne der zurzeit noch ausstehenden Berichterstattung des Sekretariates der Commission Internationale de l'Eclairage vorgreifen zu wollen, sei im folgenden kurz das Resultat der Sitzungen von Saranac-Inn angedeutet. Für den Kongress wurden von Autoren der beteiligten Länder insgesamt ca. 30 Rapporte eingereicht, dazu kamen noch ca. 15 Berichte der verschiedenen Sekretariats-Komitees. Die während 4 Tagen in ca. 22 technischen Sitzungen besprochenen Rapporte und gewalteten Diskussionen haben das in der Reihenfolge obiger Unterteilung aufgezählte Ergebnis gezeitigt.

Hauptgruppe a).

1. Definitionen und Symbole (präsidiert von Herrn Filliol). Die wichtigsten Definitionen und Symbole sind diskutiert und international angenommen worden; einige andere Vorschläge wurden zum Studium an die Nationalkomitees zurückgewiesen. Von dem Wunsche ausgehend, dass die zahlenmässigen Grössen der Beleuchtung in allen wissenschaftlichen Publikationen in demselben Maßsystem wiedergegeben werden und in der Ueberzeugung, dass die Anwendung des C. G. S.-Systems grosse Vorteile mit sich bringen würde, beauftragt die Unterkommission das Sekretariats-Komitee, ein System der photometrischen Einheiten aufzustellen, welches auf denselben Grundlagen aufgebaut ist wie das C. G. S.-System. Hierbei soll das heutige Mass für die Beleuchtungsstärke, das «Lux», welches sich in Industrie und Handel allgemein eingebürgert hat, Berücksichtigung finden.

2. Mehrsprachiges Wörterbuch (Sekretariats-Komitee Schweiz, C. S. E.). Für die durch die C. I. E. angenommenen Definitionen liegen die entsprechenden Ausdrücke in französischer und englischer Sprache bereits vor. Die deutschen Uebersetzungen sollen für eine nächste Sitzung der Kommission bereit gestellt werden. Die von den verschiedenen Landeskomitees vorgeschlagenen, noch nicht endgültig genehmigten Definitionen sollen als provisorische Ausdrücke in das Wörterbuch aufgenommen werden. Ferner sollen alle übrigen in der Beleuchtungstechnik gebräuchlichen Ausdrücke, die aber nicht besonders definiert werden müssen, in das Wörterbuch aufgenommen werden.

Hauptgruppe b).

1. Photometrische Normale. Da die heutigen photometrischen Normale in den nationalen Laboratorien von Amerika, England und Frankreich in Form der dort deponierten Kohlefadenlampen namentlich im Hinblick auf die Lichtfarbe der Metallfadenlampen nicht befriedigen, sind die deutschen und französischen Staatslaboratorien damit beschäftigt, auf dem Prinzip des «schwarzen Körpers» nach einem einwandfrei reproduzierbaren Primärnormal zu forschen. Die Arbeiten sind noch nicht zu einem Abschluss gelangt.

2. Genauigkeit der Photometrie. In diesem Punkte sind keine Beschlüsse gefasst worden; die eingegangenen Berichte werden veröffentlicht.

3. Heterochrome Photometrie. Man hofft, in baldiger Zukunft die heute noch bestehenden Schwierigkeiten des Ueberganges von einem Normal einer bestimmten Lichtfarbe bzw. einer bestimmten Temperatur zu einem zweiten Normal einer andern Lichtfarbe bzw. Temperatur zu überwinden. Heute ist man noch auf rein empirische Methoden angewiesen, die zur Folge haben, dass die photometrischen Messungen bei verschiedenen Lichtfarben bzw. Temperaturen mit erheblichen Unsicherheiten und Ungenauigkeiten verbunden sind. In diesem Zusammenhange wurde seitens der schweizerischen Vertretung auf die seinerzeit im Bulletin des S. E. V. publizierten photometrischen Untersuchungen der Herren Dr. König und Buchmüller vom Eidg. Amt für Mass und Gewicht in Bern und Dr. Geiss der Philips-Lampenwerke in Eindhoven hingewiesen. Um der verschiedentlich festgestellten Unrichtigkeit des im Jahre 1921 zu: 1,11 angesetzten Umrechnungsfaktors von Hefner- zu internationaler Kerze bei Metallfaden-Vakuumlampen und gasgefüllten Metalldrahtlampen Rechnung zu tragen, wurde provisorisch bis zur Erzielung der angestrebten exakten Methode jene Verhältniszahl «internationale Kerze» zu «Hefner-Kerze» für die Temperatur der luftleeren Metallfadenlampe zu 1,145 und für die Temperatur der gasgefüllten Lampe zu 1,17 festgelegt. Mit dieser Massnahme ist vorläufig den Lampenfabriken und photometrischen Labo-

ratorien für ihre praktischen Bedürfnisse gedient.

4. *Colorimetrie.* Dem englischen Sekretariats-Komitee wird empfohlen, zunächst eine international anzunehmende Nomenklatur für dieses Arbeitsgebiet aufzustellen. Ferner sollen experimentelle Untersuchungen über die psychophysikalischen Grundlagen der Farbenwahrnehmung und ihre Abhängigkeit von der Wellenlänge vorgenommen werden.

5. *Farbige Signalgläser.* Es wird die Aufgabe gestellt, die beiden Elemente von farbigen Lichtsignalen, nämlich die Lichtquelle und den Lichtfilter, zu definieren, und zwar die Lichtquelle durch die Farbtemperatur, den Lichtfilter durch seine spektrale Transmissionskurve.

6. *Lichtzerstreuende Materialien.* Die Kommission soll sich zunächst die genaue Definition der bei den lichtzerstreuenden Gläsern in Frage kommenden regulären, diffusen und totalen Transmissionen, sowie Reflexion zur Aufgabe machen. Es soll versucht werden, die lichtzerstreuenden Gläser durch Kurven der Lichtverteilung bei durchgelassenem und reflektiertem Licht zu charakterisieren.

7. *Blendung.* Das betreffende Komitee wird beauftragt, nach einer Definition der Blendung zu suchen, welche international angenommen werden kann. Als Richtlinie wird angeführt, dass die Blendung in folgender Weise in Erscheinung tritt: Ihre erste Wirkung ist die, dass das Auge des Beobachters durch die blendende Lichtquelle von dem massgebenden Gesichtsfeld, welches jenes überblicken sollte, abgelenkt wird. Wenn die Blendung eine gewisse Intensität annimmt, so verursacht sie ein Unbehagen, wenn sie länger andauert, hat sie eine Ermüdung des Auges zur Folge. Der Durchmesser der Pupillen verringert sich unter dem Einfluss der Blendung derart, dass er nicht mehr der Helligkeit des allgemeinen Gesichtsfeldes angepasst ist. Als Folge davon können die Gegenstände im allgemeinen Gesichtsfeld nicht mehr unterschieden werden, es wird nurmehr die blendende Lichtquelle erkannt. Im Auge werden okulare Bilder erzeugt, welche das Sehvermögen stören. Wenn diese Erscheinung in verstärkter Weise auftritt, kann sie eine Schädigung des Sehorganes bewirken. Diese Erkenntnisse sollen zu der praktischen Beleuchtungstechnik, insbesondere zu der Strassenbeleuchtung und den Automobilscheinwerfern in Beziehung gebracht werden.

Hauptgruppe c).

1. *Tageslichtbeleuchtung.* Es wird empfohlen, den Wert der Tageslichtbeleuchtung in irgend einem Punkte eines Innenraumes durch die horizontale Beleuchtungsstärke in diesem Punkte auszudrücken, wenn die Beleuchtungsstärke zufolge der ganzen Himmelhemisphäre 5000 Lux beträgt.

2. *Prüfflächen für die Beleuchtungsmessung.* Es wird empfohlen, die Beleuchtungsmessungen in Innenräumen in einer horizontalen Ebene 85 cm über dem Boden zu messen. Eine diesbezügliche internationale Verständigung ist mit Rücksicht auf den Austausch von Erfahrungen und den Vergleich anzustreben.

3. *Fabrik- und Schulbeleuchtung.* Ein von dem amerikanischen Komitee schon im Jahre 1924 in Genf vorgelegtes, durch die seitherige beleuchtungstechnische Entwicklung überholtes Reglement für die Beleuchtung von Arbeitsplätzen wird als Vorbild für allfällige gesetzliche Regelungen der Arbeitsplatzbeleuchtung seitens der C. I. E. empfohlen, wobei die dort erwähnten minimalen Beleuchtungsstärken entsprechend den inzwischen erzielten Fortschritten erhöht werden sollen. Es sollen in den betreffenden Richtlinien diejenigen Minimalwerte angegeben werden, welche das Wohlbefinden der Arbeitenden erfordert und welche durch wirtschaftliche Ueberlegungen gerechtfertigt erscheinen. Diese Minimalwerte sollen überall da vorhanden sein, wo die spezifizierte Arbeit verrichtet wird. Das amerikanische Reglement scheint für unsere schweizerischen Verhältnisse reichlich kompliziert zu sein und es empfiehlt sich wohl, bei uns zunächst die in dem schweizerischen Rapport (Herr Dir. Trüb) aufgestellten Richtlinien in der Praxis anzuwenden.

4. *Oeffentliche (Strassen-) Beleuchtung* (Sitzung präsidiert von Herrn Payot). Nach Beratung der neun in dieser Arbeitsgruppe eingegangenen Rapporte werden folgende Beschlüsse gefasst. Um den internationalen Vergleich der Installationen für die öffentliche Beleuchtung zu erleichtern, einigt man sich dahin, dass als charakteristisch einerseits die mittlere horizontale Beleuchtung, anderseits die minimale horizontale Beleuchtung der Strassenfläche empfohlen wird. Als Bezugsfläche wird die Strassenoberfläche selbst angenommen. Es wird dem Sekretariats-Komitee (Deutschland) als Richtlinie auferlegt, eine internationale Verständigung in bezug auf die Fläche der Beleuchtungsmessungen und in bezug auf eine geeignete Type eines tragbaren Photometers anzustreben. Als Charakteristik einer Strassenbeleuchtung soll die installierte elektrische Leistung in kW, sowie der Lichtstrom in Lumen im Verhältnis zur Einheit der Strassenoberfläche und der Länge der Strasse angegeben werden.

5. *Automobilscheinwerfer.* Zu diesem Thema wurde ein vom betreffenden schweizerischen Unterkomitee (Herrn Dir. Payot) verfasster Bericht über den Stand der Automobilbeleuchtung in der Schweiz vorgelegt, dessen Schlussfolgerung darin liegt, dass ein für alle Verhältnisse zweckmässiger Automobilscheinwerfer heute noch nicht vorhanden ist. Die in der internationalen Subkommission gefasste Resolution geht dahin, dass die Konstruktion der Automobilscheinwerfer in allen ihren Details derart gewählt und dabei so viel Spielraum für die unvermeidliche Fabrikationsungenauigkeit eingeräumt werden soll, dass beim Fahren die Notwendigkeit einer Regulierung der Lichtintensität oder der Beleuchtungsrichtung zur Vermeidung der Blendung wegfällt.

6. *Wohnungsbeleuchtung.* In bezug auf die für die Wohnungen empfehlenswerten Beleuchtungsstärken konnte noch keine Einigung erzielt werden, eine Tatsache, die angesichts der verschiedenartigen Lebensgewohnheiten nicht überrascht.

7. *Schaufensterbeleuchtung.* Es wird über den Stand der Schaufensterbeleuchtung in den verschiedenen Ländern Bericht erstattet. Beschlüsse werden keine gefasst.

8. *Lichtstromverteilung.* Das Sekretariats-Komitee (Belgien) wird ersucht, die in den verschiedenen Ländern üblichen Klassifikationen der angewandten Beleuchtungseinrichtungen zu sammeln. Die Auskünfte sollen dann in eine Form gebracht werden, welche einen Vergleich und eine Diskussion der angewandten Methoden für die Beurteilung der Lichtverteilung einer Beleuchtungseinrichtung ermöglicht.

9. *Kinematographenbeleuchtung.* Von einem Rapport des japanischen Sekretariats-Komitees wird Kenntnis genommen und die weitere Behandlung auf eine spätere Sitzung verschoben.

10. *Beleuchtung für die Luftschiffahrt.* Es wird dem Sekretariats-Komitee (U. S. A.) empfohlen, die Charakteristik des Nebels und ähnlicher atmosphärischer Erscheinungen zu studieren und zu untersuchen, in welcher Weise jene die Distanz beeinflussen, in welcher Lichtquellen verschiedener Spektralfarben noch sichtbar sind. Es soll ferner eine Vereinheitlichung der Lichterkennungszeichen für Strassen, Ortschaften und Hauptstädte angestrebt und eine Vorschrift betreffend die Farbe derjenigen Lichtsignale ausgearbeitet werden, welche Hindernisse, Annäherungsgrenzen und dergl. anzeigen.

11. *Unterricht in der Beleuchtungskunst.* Es wird eine Uebersicht gegeben, wie in den verschiedenen Ländern an technischen Hochschulen durch geeignete Verbände und durch bedeutende Glühlampenfabriken die Fragen der Beleuchtungstechnik behandelt werden, in Form von Unterricht, Vorträgen und dergleichen.

Damit sind die Verhandlungsgegenstände und Ergebnisse der einzelnen Unterkommissionen des Kongresses kurz besprochen. Wir haben die detaillierte Berichterstattung gewählt, um den im Comité Suisse de l'Eclairage vertretenen Aemtern und Verbänden die Vielseitigkeit des Arbeitsgebietes der Internationalen Beleuchtungskommission einmal deutlich vor Augen zu führen.

Nach dieser Berichterstattung über die eigentlichen Kommissionsverhandlungen sei noch kurz über die grosszügig und mustergültig organisierte Studienreise berichtet. Den Arbeitsgebieten der Kommission angepasst, galten die Exkursionen in erster Linie den lichttechnischen Anlagen und Laboratorien der verschiedenen Städte und Industrieplätze. Es kann hier nicht der Ort sein, in allen Details über die Fülle des Gesehenen und Dargebotenen in den Städten New York, Boston, Washington, Philadelphia, Cleveland, Detroit, Chicago, Niagarafalls und Toronto zu berichten. Es sei nur erwähnt, dass den Teilnehmern an dieser Reise in der relativ kurzen Zeit von zwei Wochen überwältigend Vieles zu sehen Gelegenheit gegeben wurde. Neben der technisch-wissenschaftlichen Seite aller mit der Beleuchtungstechnik zusammenhängenden Fragen, welche insbesondere in dem Electrical Testing Laboratory in New York und in den staatlichen Laboratorien des Bureau of Standards in Washington gepflegt wird, wurde ihnen die ausserordentlich vielseitige Anwendung der praktischen Beleuchtungstechnik in unvergleichlicher Fülle und Vielartigkeit vor Augen geführt. Es seien hier die grosszügigen Versuche betreffend Strassenbeleuchtung mit verschiedenen Lichtverteilungssystemen, ferner die Beispiele der Beleuchtung von Fabrikräumen, künstlicher Beleuchtung von Gemäldegalerien, Spielplätzen im Freien, Schwimmhallen und die weitgehend durchgeführte Anleuchtung von Hochhäusern der Riesenstädte sowie die gewaltige Lichtreklame erwähnt. Die Glühlampenfabriken haben in ihren Laboratorien und Demonstrationsräumen für Propagandazwecke ein gewaltiges Kapital investiert und unterrichten Interessenten und das grosse Publikum in sehr eindringlicher und anschaulicher Weise über die Vorteile einer guten und reichlichen Beleuchtung. Ueber diese Laboratorien allein liesse sich eine Unmenge Interessantes berichten. Es wird hier mit reichen Mitteln und echt amerikanischer Grosszügigkeit gearbeitet.

Die Jahresversammlung der «Illuminating Engineering Society» in Toronto, an der die Kongressteilnehmer als Gäste partizipierten, bot des Interessanten ebenfalls sehr viel. Die dort vorgelegten Rapporte behandelten vorzugsweise Fragen der praktischen Beleuchtungstechnik. Neben Arbeiten aus dem Kreise des amerikanischen Verbandes kamen auch einige Rapporte aus europäischer Feder zur Diskussion.

Am Schlusse des vorliegenden Berichtes angelangt, sei auch diese Gelegenheit benützt, den amerikanischen Gastgebern für die glänzende Organisation des Kongresses und der Studienreise sowie für die überwältigende Fülle des Gebotenen den wärmsten Dank der Schweizer Delegation auszusprechen.

Rechnung für das Jahr 1928.

	Fr.	Fr.
A. Einnahmen:		
Saldo vom Vorjahre		892.40
Jahresbeiträge:		
Vom Eidg. Amt für Mass und Gewicht	200.–	
Vom Schweiz. Ingenieur- und Architekten-Verein	125.–	
Vom Schweiz. Elektrotechnischen Verein	200.–	
Vom Verband Schweiz. Elektrizitätswerke	200.–	
Vom Schweiz. Verein von Gas- und Wasserfachmännern	125.–	850.–
		1 742.40
B. Ausgaben:		
Jahresbeitrag des Komitees an die Commission Internationale de l'Eclairage (C. I. E.) (Generalsekretariat in Teddington) £ 20.–	507.–	
Zahlung an British Engineering Standards Ass. London für 1 Ex. Drucksachen betr. Automobilbeleuchtung	3.80	510.80
Einnahmen-Ueberschuss		1 231.60
		1 742.40

Bemerkungen.

1. Gemäss Art. 15 der Statuten des Komitees vom 11. November 1922 werden die Kosten für den Unterhalt des Bureaus vom Schweizerischen Elektrotechnischen Verein getragen.
2. Gemäss demselben Art. 15 tragen die Institutionen und Verbände die Kosten, welche durch die Teilnahme ihrer Delegierten an den Sitzungen des Landeskomitees, an den Tagungen der C. I. E. und an den Sitzungen der Spezialkommissionen entstehen.

Budget für das Jahr 1929.

	Fr.
A. Einnahmen:	
Saldo vom Vorjahre	1 231.60
Jahresbeiträge an das Komitee, wie 1928	850.–
	2 081.60
B. Ausgaben:	
Jahresbeitrag des Komitees an die Commission Internationale de l'Eclairage (C. I. E.) (Generalsekretariat in Teddington) £ 20.–	500.–
Beitrag an die Kosten der Geschäftsstelle für Lichttechnik im Jahre 1929	500.–
Einnahmen-Ueberschuss	1 081.60
	2 081.60

Bemerkung.

Der Jahresbeitrag des C. S. E. an die C. I. E. ist gemäss Beschluss der letzteren vom September 1927 in Bellagio ab 1. Januar 1928 auf die Dauer von 3 Jahren neuerdings auf 20 £ angesetzt.

Das Comité Suisse de l'Eclairage hat den vorstehenden Bericht am 8. Mai 1929 genehmigt.

Der Präsident: (gez.) *A. Filliol.* Der Sekretär: (gez.) *F. Largiadèr.*

Jubilare des V. S. E. An der diesjährigen Generalversammlung des V. S. E., die am 6. Juli in St. Moritz stattfinden wird, werden wiederum an Beamte, Angestellte und Arbeiter von Elektrizitätswerken, die am Tage der Generalversammlung bei ein und derselben Unternehmung 25 Dienstjahre vollendet haben, Anerkennungsdiplome verabreicht. Die Werke werden gebeten, Namen und Vornamen solcher Funktionäre mit Angabe der Stellung, die sie beim Werk einnehmen, *spätestens bis Ende Mai* dem Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E., Seefeldstr. 301, Zürich 8, mitzuteilen.

Lampen mit Pauschalsockel. Es ist in jüngster Zeit vorgekommen, dass direkt an Abonnenten Lampen von 25 Watt mit Spezialsockel für Pauschallampen à 15 Watt verkauft worden sind. Durch ein solches Vorgehen leistet der Verkäufer einem Betruge Vorschub und wir haben energisch dagegen protestiert.

Die Glühlampenfabriken ihrerseits haben sich bereit erklärt, in den Gebieten, wo die Elektrizitätswerke es wünschen, keinerlei Pauschallampen, weder an Installateure noch Abonnenten, abzugeben.

Wir ersuchen daher diejenigen Elektrizitätswerke, welche für sich den Alleinverkauf von Pauschallampen beanspruchen, uns davon Kenntnis zu geben (sofern dies nicht bereits geschehen ist), damit wir unserseits die mit uns im Vertragsverhältnis stehenden Fabriken benachrichtigen können.

Verband Schweiz. Elektrizitätswerke, Generalsekretariat.

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke | REDAKTION Zürich 8, Seefeldstr. 301 | Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité

Verlag und Administration | Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G. Zürich 4, Stauffacherquai 36/38 | Editeur et Administration

XX. Jahrgang XXe Année — Bulletin No. 11 — Juni I Juin I 1929

Zweiter Bericht des Ausschusses für die Arbeiten mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen[1].

Die ersten Beobachtungen des Verlaufes von durch Gewitter verursachten Spannungen in Mittelspannungsnetzen mittels des Kathodenstrahl-Oszillographen des S.E.V.

Von *K. Berger*, Ingenieur des S.E.V.

621.374.7:621.319.8(0068)

Im vorliegenden Bericht werden zunächst die beiden Leitungen — die Fahrleitung der Forchbahn und ein Teil des 8 kV-Netzes der E.K.Z. — an denen die Messungen gemacht worden sind, beschrieben und deren wichtigste Daten angegeben. Dann wird die Messeinrichtung erklärt und eine Auslese aus den aufgenommenen Oszillogrammen reproduziert und erläutert. Aus den gemachten Beobachtungen werden Schlüsse gezogen auf zweckmässigen Schutz von Mittel- und Niederspannungsfreileitungsnetzen gegen Ueberspannungen, welche von Gewittern herrühren.

Dans ce rapport on trouvera d'abord la description et les caractéristiques principales des deux lignes — ligne de contact du chemin de fer Zurich-Forch et une partie du réseau à 8 kV des E.K.Z. — sur lesquelles ont porté les mesures. L'auteur explique ensuite le fonctionnement des appareils et reproduit, en les commentant, un choix des oscillogrammes relevés. Il tire des observations faites des conclusions relatives à la protection la mieux appropriée des réseaux aériens à basse et à moyenne tension contre les surtensions en temps d'orage.

Der vorliegende Bericht[2]) enthält die Resultate der ersten, im Laufe des Sommers 1928 mittels eines Kathodenstrahl-Oszillographen an zwei Mittelspannungsnetzen durchgeführten Messungen von durch Gewitter verursachten Spannungen (im folgenden kurz „Gewitterspannungen" genannt). Die Beschreibung des zu diesem Zwecke umgebauten Oszillographen ist im Bulletin S.E.V. 1928, No. 9 und 21 und in der Schweizerischen Bauzeitung 1929, Bd. 93, No. 8 enthalten. Den Direktionen der beiden Betriebe, welche ihre Netze und die nötigen Räume für die Versuche zur Verfügung stellten, sei auch hier der wärmste Dank ausgesprochen. Auch dem Depot-Chef und dem übrigen Personal der Forchbahn gebührt volle Anerkennung für die Mithilfe bei den Messungen, wie auch bei der Durchführung von abklärenden Netzversuchen.

I. Die Versuchsanordnung.

Die *Lage der beiden Leitungsnetze*, an welchen die Messungen vorgenommen wurden, ist in den Fig. 1 und 2 dargestellt. Es betrifft dies *erstens* die 1200 V-

[1]) Die Zusammensetzung des Ausschusses ist folgende: Präsident: Prof. Dr. *B. Bauer*-Zürich; Mitglieder: Prof. Dr. *W. Kummer*-Zürich, Dr. *K. Sulzberger*-Zürich, *F. Tobler*-Zürich, *H. F. Zangger*-Zürich; Mitarbeiter: Dr. *H. Schait*-Zürich.

[2]) Erster Bericht siehe Bulletin S.E.V. 1927, No. 11, S. 652.

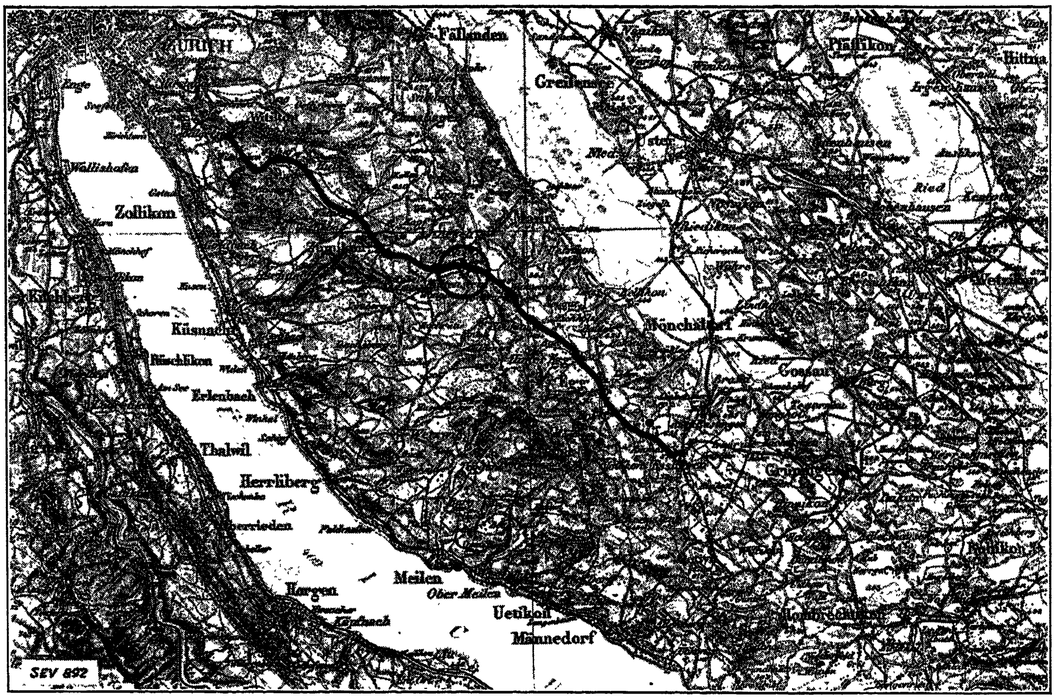


Fig. 1.
Fahrleitung der Forchbahn: Zürich/Rehalp-Forch (Mittelpunkt des Kreises)-Esslingen. (Reproduziert mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie vom 8. Febr. 1929.)

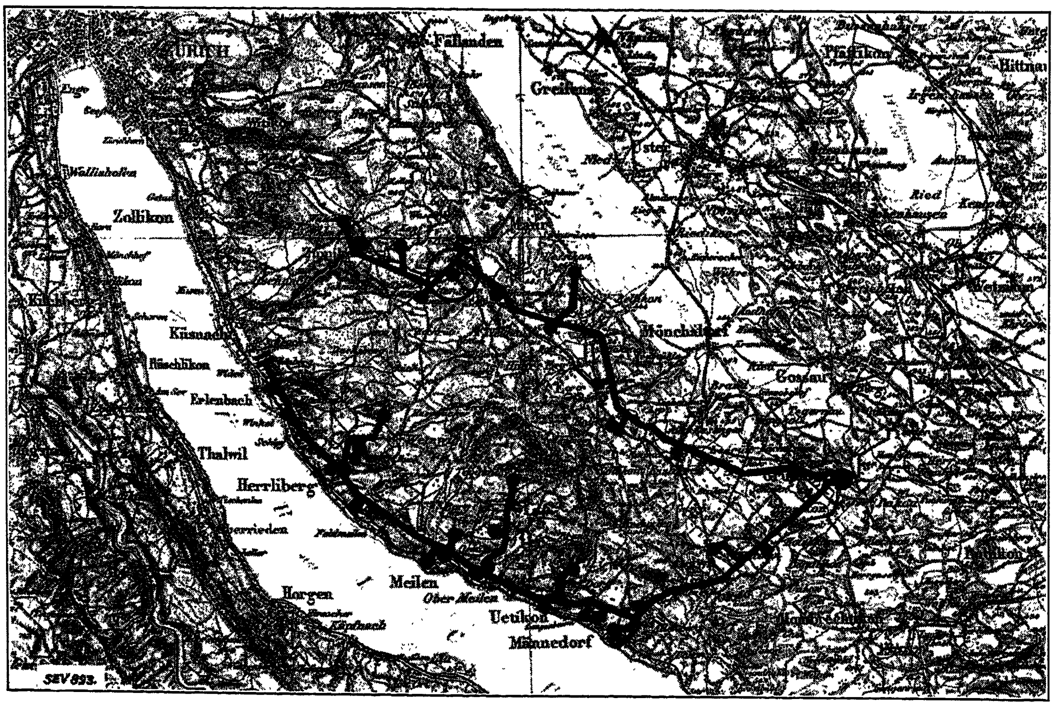


Fig. 2.
Abschnitt vom Netz der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (E. K. Z.). Im Mittelpunkt des Kreises ist die Forch. (Reproduziert mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie vom 8. Febr. 1929.)

Gleichstrom-Fahrleitung der Forchbahn (F. B.), die von Zürich/Rehalp über das Hügelgelände des rechtsseitigen Zürichseeufers mit dem Höhepunkt Forch nach dem Zürcheroberland zur Endstation Esslingen führt. Das Forchgebiet gilt nach der Statistik als gewitterreiche Gegend[3]), ausserdem bot die exponierte Höhenlage besonderes Interesse. Einzelheiten können dem Kärtchen entnommen werden. Hoher Grundwasserspiegel kommt in Leitungsnähe wesentlich nur an einer Stelle vor, nämlich in der Mulde südwestlich des Stationsgebäudes Forch, im sogenannten Riet, in kleinerem Mass ferner in einem schmalen Strich längs der Bahn zwischen den Orten Zollikerberg und Waltikon.

Die Fahrleitungslängen betragen:

Strecke Forch – Rehalp = 6,5 km,
Strecke Forch – Esslingen = 6,8 km.

Das *zweite Netz* gehört den Elektrizitätswerken des Kantons Zürich (E. K. Z.); es bildet jenen Teil des 8 kV-Drehstrom-Verteilnetzes, der hauptsächlich die Ortschaften des beschriebenen Hügelzuges, sowie einen Teil des rechten Zürichseeufers und die Forchbahn mit Energie versorgt, und zwar von der Transformatorenstation Grüningen aus, welche in einer Ebene mit hohem Grundwasserspiegel gelegen ist. Die Leitung ist naturgemäss stark verzweigt und enthält viele kleine Transformatorenstationen für Verbraucherspannung. Die Gesamtlänge des metallisch zusammengehängten 8 kV-Netzes beträgt ca. 45 km.

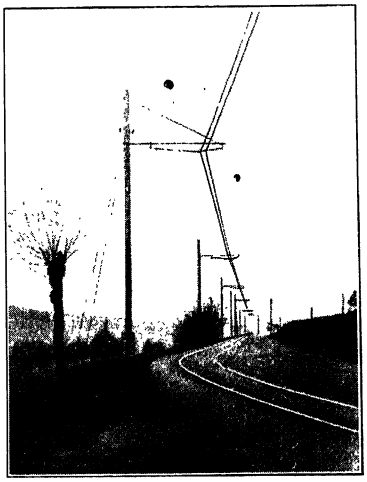


Fig. 3.
Fahrleitung der Forchbahn.

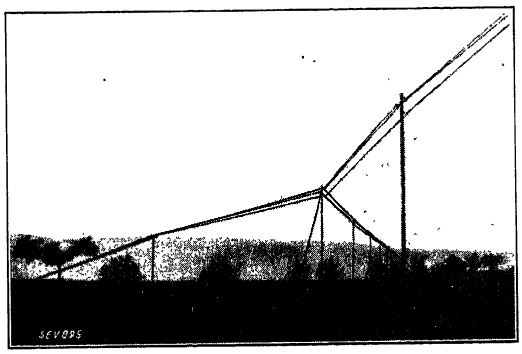


Fig. 4.
Leitungsanordnung im Versuchsnetz der E. K. Z.

Die *Querprofile* der beiden Leitungen sind aus den Fig. 3 und 4 ersichtlich. Die *Fahrleitung der Forchbahn* (Fig. 3) besteht aus zwei parallelen Kupferprofildrähten von je 11 mm Durchmesser, in 6,5 m mittlerer Höhe über dem Boden. Die Bahn ist einspurig. Der Abstand beider Drähte auf freier Strecke beträgt 10 cm, auf den Stationen mehr, entsprechend der Distanz der Ausweichgeleise. Die Aufhängung des Fahrdrahtes an die Querdrähte geschieht mit Hilfe der gewöhnlichen Hartgummiisolierglocken, wie sie bei Trambahnen verwendet werden. Die Querdrähte sind mit Porzellanrillenisolatoren entweder an den hölzernen Masten und deren Auslegern oder an passenden Häusern abgespannt. Das Holzgestänge wird zugleich für das Bahntelephon benutzt, auf kurze Strecken auch für die Strassenbeleuchtung.

Fig. 4 zeigt die *Leitungsanordnung des 8 kV-Netzes* der E. K. Z. Die Leitung liegt durchschnittlich ca. 9 m über Boden auf Holzmasten. Phase „rot" ist zu oberst, dann folgt „grün" und unten „blau". Der Drahtdurchmesser der Hauptstränge be-

[3]) J. M. Maurer, Landwirtschaftl. Jahrbuch der Schweiz 1911, S. 194.

trägt 5,5, 7 und 8 mm, derjenige der Abzweige 4 mm, der Drahtabstand 700 resp. 800 mm. Von den Leitungskonstanten sollen an dieser Stelle nur der Isolationswiderstand und die entsprechende Ableitungszeitkonstante der Fahrleitung erwähnt werden. Der *Isolationswiderstand* der Fahrleitung gegen Erde (Ableitung) wurde bei 800 V Gleichspannung gemessen. Es ergaben sich bei ganz trockener und ganz nasser Leitung folgende Werte (Leitung allein):

	Trockene Leitung	Nasse Leitung
Leitung Forch-Rehalp	10 Megohm	75 000 Ohm
Leitung Forch-Esslingen	ca. 5 Megohm	90 000 Ohm

Um von diesen starken Schwankungen infolge der Witterung unabhängig zu sein, wurde bei den Messungen die betreffende Leitung über einen induktionsfreien Metallwiderstand von 100 000 Ohm geerdet, welcher zugleich einen Teil des Spannungsteilers bildete (siehe Fig. 7).

Die Zeitkonstante $T = RC$ der über diesen Metallwiderstand geerdeten Fahrleitung beträgt demnach mit $C = 0{,}0088\ \mu F/km$:

	Leitung Forch—Rehalp oder Forch—Esslingen	Ganze Leitung Rehalp—Forch—Esslingen
$T_{trocken}$	$10^5 \cdot 6{,}5 \cdot 0{,}0088^{-6} = 0{,}0057$ sec	$10^5 \cdot 13{,}3 \cdot 0{,}0099 \cdot 10^{-6} = 0{,}0117$ sec
T_{nass}	0,00245 resp. 0,0027 sec	0,00516 sec

Daraus ergibt sich, dass die Ableitung von Ladungen über den Widerstand von 10^5 Ohm und die Netzisolation auf den Verlauf der oszillographierten Spannungen nur mehr unwesentlichen Einfluss hat, sofern die Dauer der Spannungsentstehung und die Aufnahmedauer eines Oszillogrammes $^1/_{1000}$ sec nicht erreicht.

Die *Ueberschlagsspannungen* der beiden Leitungen betragen:

für die Fahrleitung: an ihrer schwächsten Stelle (Station Forch) ca. 6500 V;
auf der Leitung (Blitzhörner-Einstellung) 10 000 V.

für das 8 kV-Drehstromnetz ca. 35 kV_{eff}, wenn von event. vorhandenen schwachen Stellen abgesehen wird.

Die Hörner des letztern Netzes in der Umformerstation Forch waren während des Sommers ausgeschaltet. Im übrigen Netz waren jedoch solche an vielen Stellen eingeschaltet; ihre Einstellung entsprach einer Ueberschlagsspannung von ca. 15 kV.

Sämtliche Messungen wurden im Stationsgebäude Forch der Forchbahn ausgeführt, d. h. am höchsten Punkt der Leitungen. Fig. 5 zeigt das Gebäude von der Seite der 8 kV-Drehstromzuleitung aus (Südwestecke des Hauses). Fig. 6 stellt die Zuführung der 1200 V-Fahrleitungen (Richtung Zürich und Richtung Esslingen) zur Station (Nordseite des Hauses) dar. Es sind darin auf dem Dach des Wagendepots zwei Wasserstrahlableiter sichtbar, welche sich nur während Gewittern in Betrieb befinden. Durch das Entgegenkommen der Betriebsleitung der Forchbahn wurde es möglich, mit Hilfe zweier Trenner diese Ableiter wahlweise anzuschliessen, so dass zu Zeiten, wo auf einer der beiden Teilstrecken keine Wagen fuhren, diese Strecke gänzlich ausser Spannung gesetzt und gegen Erde isoliert werden konnte. Die abgetrennte, spannungslose Fahrleitung bildete dann eine Antenne, auf der jede andere Art der Spannungsentstehung als die durch Gewitter verursachte, ausgeschlossen war. Die Gegenüberstellung dieser Messungen mit denjenigen während des Betriebes (mit 1200 V mittlerer Fahrdraht-Spannung und Wasserstrahlableiter) gestattet dann einen wertvollen Vergleich.

Fig. 7 gibt ein Schema der Anlage in der Station Forch und des *Anschlusses der Messeinrichtung.* Letzterer geschah an beiden Netzen mittels kombinierter

Widerstand- und Kondensatorspannungsteilung. Als Widerstände kamen zweilagige bifilare Manganinwiderstände zur Verwendung, die in den Werkstätten des S. E. V. hergestellt wurden, als Kondensatoren solche aus Hartpapier der Firma Micafil in Altstetten. Bei raschen Spannungsänderungen besorgt die Kapazität durch die entstehenden Verschiebungsströme die Spannungsteilung; bei langsamen Aenderungen übernehmen die Widerstände diese Aufgabe. Durch passende Wahl der Grösse der nicht bezifferten Kondensatoren in Fig. 7 wurde das gleiche

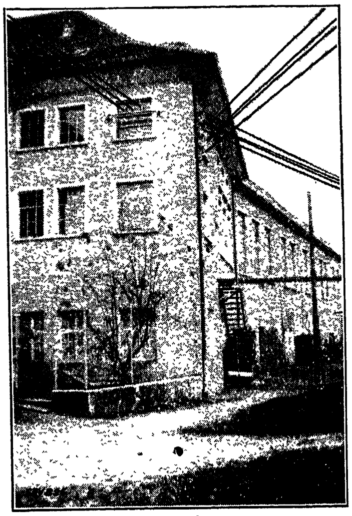


Fig. 5.
Einführung der 8 kV-Drehstromleitung in das Versuchsgebäude (Station Forch).

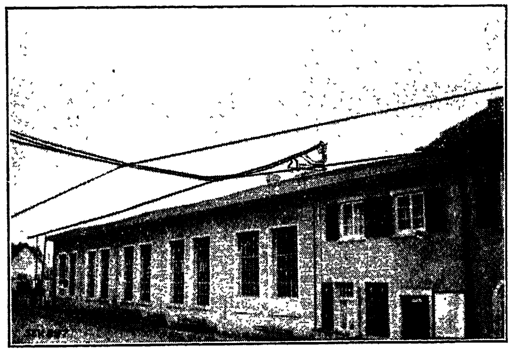


Fig. 6.
Zuführung der 1200 V-Fahrleitungen zum Versuchsgebäude (Station Forch).

Spannungsteilverhältnis für Widerstand und Kapazität eingestellt. Fig. 8 zeigt den *Spannungsteiler* in der 8 kV-Drehstromanlage, der für eine Spannungsübersetzung von 1:20 benutzt wurde. Er war zwischen Erde und Phase „rot" angeschlossen, welche auf der Freileitung überall zu oberst liegt. Auf dem rechts danebenstehenden Kondensator ist ein dritter Belag sichtbar, der die Anstosskapazität zum Kipprelais bildet[4]), während die zwei andern Beläge zur Spannungsteilung benutzt sind. Die gesamte Kapazität von ca. 150 cm vergrössert nur unwesentlich die Anlagekapazität, so dass eine wesentliche Verzerrung durch die Messeinrichtung nicht zu erwarten ist.

Ganz analog ist die Spannungsteilung für den Anschluss der 1200 V-Gleichstromfahrleitung ausgeführt. Der Zweck des Teilers bestand hier in der Fernhaltung der grossen Leistung vom Oszillographen bei Messungen während des Bahnbetriebes und in der Herstellung einer witterungsunabhängigen Leitungserdung mit passender Ohmzahl bei Messungen an der ausser Betrieb befindlichen Leitung; bezüglich der Reduktion der Netzspannung für den Oszillographen (Uebersetzung 1 : 4) wäre sie nicht nötig gewesen.

Es ist noch zu bemerken, dass die Anschlüsse an beide Netze möglichst kurz gewählt wurden. Die betriebsmässigen Zuführungsleitungen (gummiisolierte Leiter ohne Metallmantel) zwischen Fahrleitung und Gleichstromsammelschiene sind je etwa 25 m lang. Die kurz vor dem Ende dieser Zuführungskabel angeschlossenen Messdrähte zum Oszillographen sind insgesamt je ca. 15 m lang. Durch Benützung von Leitern ohne Metallmantel konnte der Wellenwiderstand dieser Verbindungen ungefähr auf der Höhe desjenigen der Fahrleitung gehalten werden, wodurch zusätzliche Reflexionen („Verschlucken" von Wanderwellen) möglichst verhindert wurden. Sofern nur eine Fahrleitungshälfte (Richtung Zürich/Rehalp oder Esslingen) zur Messung angeschlossen war, stellte somit der Oszillograph (resp. die Spannungsteilung) ein offenes Leitungsende dar, wo die Reflexion der Welle eintrat (Forch

[4]) D. Gábor, Forschungshefte der Studiengesellschaft für Höchstspannungsanlagen, Heft 1, Sept. 1927.

ist Kopfstation). Sofern beide Leitungen (nach Zürich/Rehalp *und* Esslingen) zur Messung angeschaltet waren, stellte die Abzweigung zum Oszillographen die Mitte der gesamten Fahrleitung dar (Forch ist Durchgangsstation). Die Abzweigung hinter den Anschlußsicherungen der Versuchseinrichtung zum Oszillographen hat eine Länge von ca. 10 m. Auf diesem Leitungsstück können zusätzliche Wellen entstehen, deren Frequenz aber $5 \cdot 10^6$ Per/sec übersteigt. Unter dieser Frequenzgrenze gibt der Oszillograph die Spannung in Leitungsmitte richtig wieder, und zwar mit und ohne Spannungsteiler. Frequenzen bis zur Grössenordnung von einer Million Per/sec dürfen also einwandfrei den Oszillogrammen entnommen werden. Die gesamte Entfernung des Oszillographen vom Anschluss des 8 kV-Netzes ist noch kleiner als beim 1200 V-Netz. Der Spannungsteiler steht senkrecht unter der Freileitungseinführung; seine Entfernung vom Oszillographen beträgt knapp 10 m.

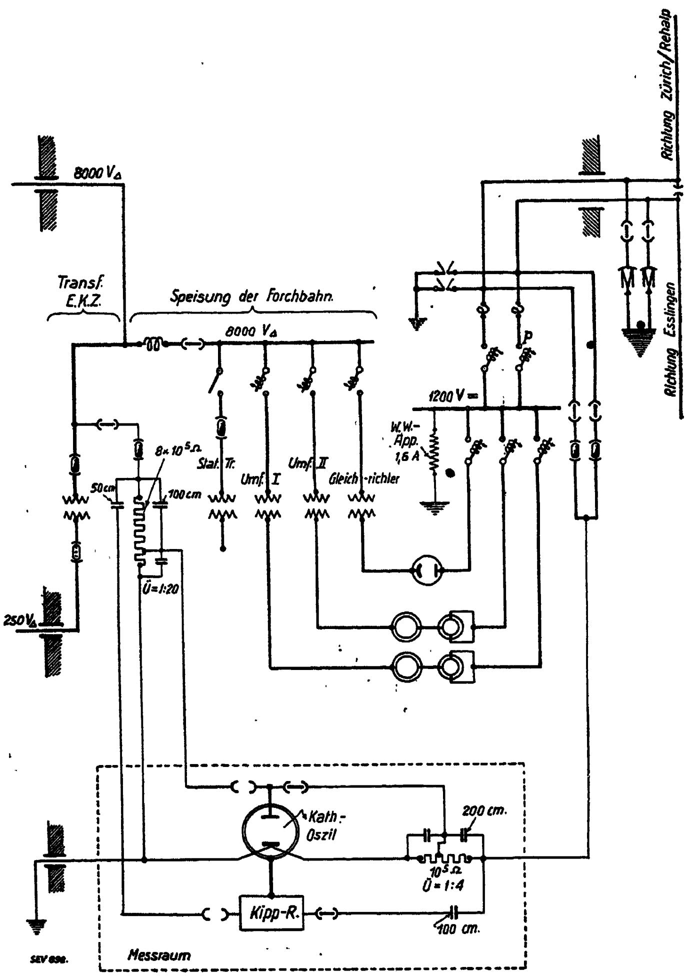


Fig. 7.
Schema der Schaltungsanlage in der Station Forch und des Anschlusses der Messeinrichtung.

In den Oszillogrammen fehlt infolge der Auslösezeit des Kipprelais durchwegs die erste Millionstelsekunde der Vorgänge. Diese Zeitstrecke wird in den Oszillogrammen Fig. 9 bis 24 je nach Maßstab durch eine Länge in der Grössenordnung von $^1/_{20}$ bis $^1/_2$ mm der Zeitaxe dargestellt. Da der Vorgang auf der Leitung infolge der Reflexion an deren Enden stets einige Male wiederkehrt, wobei er allerdings die Form ändert, überzeugt man sich auch aus den beigegebenen Oszillogrammen davon, dass nichts überaus Wesentliches in dieser ersten Millionstelsekunde verloren geht. Der Verlust dieser Millionstelsekunde könnte durch Vergrösserung der Messleitungslänge zwischen Kipprelais und Oszillograph zurückgewonnen werden. Dadurch würde aber der Messfehler vergrössert.

Eine Verhinderung der Reflexion am Ende der Messkabel durch einen dem Wellenwiderstand gleichgemachten Ableitwiderstand kam nicht in Frage, da der dazu erforderliche kleine Widerstandswert einesteils eine von praktischen Verhältnissen stark abweichende Ableitung nach Erde ergeben hätte und anderseits die Höhe der zu messenden Spannung auf oszillographisch schlecht messbare Werte vermindert worden wäre. Demgegenüber ist bei der benutzten Anschlusseinrichtung die Rückwirkung auf die zu messenden Vorgänge verschwindend; eine merkliche Veränderung derselben durch die Messanordnung findet nicht statt.

Als *Erdung für die Versuchseinrichtung* wurde eine separate Erdplatte ausserhalb des Gebäudes benutzt; an dieser Erdplatte waren früher die Hörnerableiter des 8 kV-Netzes angeschlossen. Diese wurden während des Sommers abgetrennt, um keine unerwünschten Störungen über die Erdung befürchten zu müssen. Sämtliche Apparate waren an diese eine Erdung mit möglichst kurzen Verbindungen angeschlossen. Der Oszillograph selber und seine Zubehör wurden bereits früher beschrieben[5]; es ist nicht nötig, hier nochmals darauf einzugehen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die gesamte Messeinrichtung erlaubt, den Spannungsverlauf im 8 kV-Drehstromnetz, sowie an der 1200 V-Fahrleitung (Messtelle als Kopf- oder Durchgangsstation) zu registrieren, wobei Spannungsveränderungen mit Frequenzen bis über eine Million Per/sec noch zuverlässig den Oszillogrammen entnommen werden dürfen. Der Spannungsverlauf ist dabei mindestens anfangs derselbe, wie er an den Klemmen eines ungeerdeten Transformators vorkäme, wenn dieser an Stelle der Messeinrichtung am Netz angeschlossen wäre.

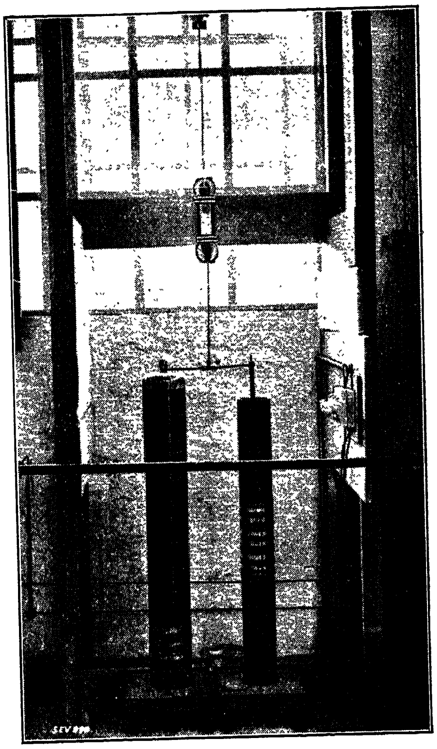


Fig. 8.
Spannungsteiler in der 8 kV-Anlage.

II. Beobachtungen und Schlüsse bezüglich Ueberspannungsschutz [6].

Während der Gewitterperiode 1928 konnten etwa 240 Oszillogramme aufgenommen werden. Eine Anzahl davon (Fig. 9 bis 24) ist in der Tabelle I beschrieben.

Vorerst sei zur Erklärung der Oszillogramme folgendes bemerkt: Die auf den meisten Oszillogrammen ersichtliche Sinuslinie wurde lediglich zur Bestimmung des Zeitmaßstabes mittels eines Röhrengenerators für beliebige Frequenzen aufgezeichnet.

In vielen Oszillogrammen sind mehrere Gewitterspannungskurven nebeneinander ersichtlich. Diese sind so entstanden, dass entweder mehrere Blitze erfolgten, bevor das Filmband weiter bewegt wurde, oder aber es sind bei einem Gesamtblitzschlag mehrere Teilschläge (Teilblitze) rasch hintereinander erfolgt. Die Messeinrichtung arbeitet rasch genug, um mehrere solche Teilblitze automatisch festzuhalten. Die Existenz der Teilblitze ist durch die vielen Blitz-Photographien von B. Walter[7]) mit bewegter Photokamera nachgewiesen. In der Tabelle I ist angegeben, wie viele Gesamtblitze auf einem Oszillogramm dargestellt sind. Ferner ist auf den Oszillogrammen angegeben, ob die Aufnahme an der im Betrieb befindlichen oder an der abgetrennten Fahrleitung erhalten wurde. Alle Oszillogramme der Spannungen im 8 kV-Netz sind an der im Betrieb befindlichen Leitung aufgenommen worden. Hier sind die Gewitterspannungen der Betriebswechselspannung zwischen Phase „rot" und Erde überlagert, während auf den Oszillogrammen der Fahrdrahtleitung die Nullinie der Gewitterspannung eine Gerade ist, welche bei Ausserbetriebsaufnahmen beim Spannungswert 0 und bei Inbetriebsaufnahmen bei ca.

---

5) K. Berger, Bulletin S. E. V. 1928, No. 9 und 21.

6) Eine ausführliche Beschreibung der Messungen, besonders im Hinblick auf den elektrischen Vorgang beim Entstehen der von Gewittern herrührenden Ueberspannungen, wurde als Dissertation an der Eidg. Techn. Hochschule eingereicht.

7) B. Walter, Annalen der Physik 1903, Bd. 10; Meteorologische Zeitschrift 1911, Bd. 28; Physikalische Zeitschrift 1918, Bd. 19.

+ 1250 V liegt. Weiter sei erwähnt, dass sich in den Oszillogrammen die Eigenschwingung der untersuchten Leitung stets mehr oder weniger deutlich bemerkbar macht. Am deutlichsten ist die Erscheinung bei den Aufnahmen an der nicht in Betrieb befindlichen Fahrleitung. In diesem Fall wandert die Gewitterspannung mehrmals über die Fahrleitung hin und her, wobei sie allmählich ihre Energie in Wärme umsetzt und ausklingt. Die Wanderwellenfrequenz beträgt an der Messstelle Forch stets ca. 19000 Per/sec, gleichgültig, ob die halbe oder die ganze Fahrleitung zur Messung angeschaltet war (Station Forch als Kopfstation oder als Durchgangsstation in Mitte der ganzen Leitung). Diese Fahrleitungs-Eigenschwingung deckt sich daher ungefähr mit der Frequenz der Eichsinuslinie von 21400 Per/sec. Die Leitungs-Eigenschwingung wurde nachträglich auch künstlich durch Erdschlüsse an verschiedenen Stellen der Leitung hervorgerufen. Der Wert von ca. 19000 Per/sec ist dadurch vielfach bestätigt worden. Die Fig. 25 und 26 zeigen zwei Beispiele der durch künstlichen Erdschluss hervorgerufenen Leitungs-Eigenschwingung.

Die Station Forch ist der Speisepunkt der Fahrleitung; dort wird die Spannung von der Gleichrichtergruppe diktiert. Die Ergiebigkeit dieser Stromquelle, sowie die Erdkapazität der Anlage verschlucken in diesem Falle ankommende Wanderwellen fast vollständig, so dass der Wanderwellencharakter im Speisepunkt Forch bei den Aufnahmen während des Betriebes praktisch verschwindet.

Im 8 kV-Drehstromnetz kommt die Eigenschwingung der Leitung ebenfalls in einer stets wiederkehrenden Frequenz von wenigen 1000 Per/sec zum Ausdruck, entsprechend der grösseren Leitungslänge. Doch darf dieses Netz infolge der vielen Abzweigungen zu Verbraucher-Transformatoren nicht als einfache Leitung betrachtet werden. Die Front einer irgendwo entstehehenden Wanderwelle wird bei jeder Abzweigung verflacht. Die Spannungskurven verlaufen deshalb in den Oszillogrammen im Gegensatz zu denjenigen der Fahrleitung recht flach und abgerundet. Dieselbe Erscheinung konnte später bei Versuchen mit künstlichen Erdschlüssen stets beobachtet werden. Es ist deshalb bei einer stark verzweigten Leitung viel schwieriger, auf die reine Gewitterspannung zu schliessen, weil der verflachende Einfluss des Netzes zwischen Gewitterherd und Meßstelle viel stärker zum Ausdruck kommt als bei einer unverzweigten Leitung.

Aus den Gewitter-Oszillogrammen, deren Gesamtzahl für den Sommer 1928 ca. 240 beträgt, ergibt sich nun folgendes:

a) Ein direkter Blitzschlag in die untersuchten Leitungen wurde während des ganzen Sommers nie beobachtet; entsprechende Zerstörungen kamen nicht vor.

b) Die Dauer der Spannungs-Entstehung während eines Teilblitzschlages beträgt in fast allen Fällen knapp $^1/_{1000}$ sec. Eine andere als die jeweilige Leitungs-Eigenfrequenz ist in den Oszillogrammen nicht ersichtlich. Nach den bisher ausgeführten Messungen ist die Art der Spannungsentstehung im ganzen als aperiodischer Stoss zu bezeichnen. Ob bei weitern Versuchen auch Spannungen mit Frequenzen, die auf den Blitz zurückzuführen sind, nachgewiesen werden können, bleibt abzuwarten[8]).

c) Die Grösse der von Blitzschlägen auf den untersuchten Leitungen erzeugten Spannungen ist in den meisten Fällen nicht mehr als wenige 1000 V. Diese Beobachtung gilt voraussichtlich nicht für sehr hoch isolierte Leitungen. Sie erreichten *an der ausser Betrieb befindlichen, über 100000 Ohm geerdeten Fahrleitung* in 4 beobachteten Fällen den Ueberschlagswert der Anlage von ca. 6500 V. Ein solcher Fall ist in Fig. 20 dargestellt. *An der in Betrieb befindlichen Fahrleitung* wurden Gesamt-Spannungswerte gegen Erde von 3000 V (Fig. 11) und 2000 V (Fig. 24) nur unwesentlich überschritten. Von diesen beiden Oszillogrammen ist jedoch nur das Oszillogramm in Fig. 24 als unmittelbare Gewitterüberspannung anzusehen,

[8]) Ueber „Blitzfrequenzen" siehe z. B. R. Rüdenberg, Elektrische Schaltvorgänge, S. 53, Auflage 1926. Die amerikanische Bezeichnung „Blitzfrequenz" für die Frequenz der Sinuslinie mit gleicher max. Steilheit wie der steilste Teil der Blitzspannungskurve hat viel Verwirrung angerichtet; die Bezeichnung „Frequenz" sollte für nicht periodische Vorgänge nicht angewendet werden.

während beim Oszillogramm in Fig. 11 die Erscheinung wesentlich durch den zu jener Zeit schwach belasteten Gleichrichter beeinflusst wurde, wie Versuche zeigten. Wir können auf diese besondere Erscheinung hier nicht eingehen. An der im Betrieb befindlichen Phase „rot" des 8 kV Drehstromnetzes wurden als grösste Gewitterspannungen 8 kV_{eff}, ca. 13 kV_{eff} und ca. 15 kV_{eff} festgestellt. Diese Spannungen erscheinen dem momentanen Wert der normalen Spannung gegen Erde überlagert. Es ist wohl möglich, dass der Spannungsanstieg im Oszillogramm der

Tabelle I.

Oszillogramm		Datum der Aufnahme	gemessen an Leitung	Leitung war	Zustand der Leitung	Oszillograph ist ausgelöst durch	Anzahl Auslös. resp. Zahl der aufgezeich. Teilblitze	Lage des Blitzes		Witterung
Fig.	No.							Richtung	Distanz von Forch	
9	1/3	15. VII. 20^{05}	8 kV	in Betrieb	trocken	1 Blitzschlag	2	SSW	3,3 km	Heiss u. trokken. Erstes, sehr ausgedehntes Sommergewitter. Wenige Regentropfen.
10	1/4	15. VII. 20^{07}	8 kV	in Betrieb	trocken	1 Blitzschlag	3	SSW	2,3 km	
11	4/7	12. VIII. 19^{42}	Rehalp-Esslingen	in Betrieb m. W'strahlerder	überwiegend trocken	2 Blitzschläge	je 1	SW	1,7 km	Ganzer Tag gewittrig, etwas Hagel, kurze Regenschauer, trocken.
12	4/26	12. VIII. 20^{05}	8 kV	in Betrieb	überwiegend trocken	1 Blitzschlag	1	SE	ca. 4 km	
13	4/48	15. VIII. 3^{08}	Forch-Essl.	auss. Betrieb	trocken	1 Blitzschlag	1	SSE	3 km	Einzelne kräftige Regenschauer, Boden noch trokken, nach Gewitter nass.
14	4/55	15. VIII. 4^{10}	Forch-Essl.	auss. Betrieb	trocken	1 Blitzschlag	3	SE	ca. 2 km	
15	4/56	15. VIII. 4^{11}	Forch-Essl.	auss. Betrieb	trocken	1 Blitzschlag	3	SE	ca. 1,5 km	
16	4/64	15. VIII. 4^{22}	Forch-Essl.	auss. Betrieb	trocken	1 Blitzschlag	3	SSE	ca. 1,5 km	
17	5/2	15. VIII. 16^{01}	Forch-Rehalp	auss. Betrieb	überwieg. trocken	1 resp. 4 [1]) Blitzschläge	vermutl. 4	W	ca. 2 km	Gewitter hoch in Wolken, einzelne kurze Regenschauer.
18	5/14	15. VIII. 16^{43}	Forch-Essl.	auss. Betrieb	überwieg. trocken	1 Blitzschlag	3	SE	8 km	
19	5/33	20./21. VIII. 23^{40}	Rehalp-Essl.	auss. Betrieb	überwieg. trocken	1 Blitzschlag, event. 2	max. 5	WNW	0,7 km	Kurze, heftige Regenschauer.
20	5/35	20./21. VIII. 23^{41}	Rehalp-Essl.	auss. Betrieb	überwieg. trocken	1 Blitzschlag, event. 2		WNW	1 km	
21	5/38	20./21. VIII. 23^{44}	Rehalp-Essl.	auss. Betrieb	überwieg. trocken	1 Blitzschlag	max. 3	WNW	1 km	
22	7/8	26. VIII. 1^{07}	Rehalp-Essl.	auss. Betrieb	nass	1 Blitzschlag	3	W	2,7 km	Einzelne starke Regengüsse.
23	7/54	28. VIII. 5^{58}	Forch-Rehalp	auss. Betrieb	nass	1 Blitzschlag [2])	2	N	10-12 km	Anhaltender Regen.
24	7/83	28. VIII. 6^{25}	Rehalp-Essl.	in Betrieb	nass	1 Blitzschlag	1÷2	SW	0,3-0,6 km	

[1]) 1 Blitz gesehen, 4 Auslösungen, Blitze schlecht sichtbar.
[2]) Starke gleichzeitige Lichtschwankung, d. h. Erd- oder Kurzschluss im 8 kV-Netz, resp. dessen Speiseleitung 45 kV. Die Einschlagstelle des Blitzes konnte genau ermittelt werden. Ihre Distanz von der Fahrleitung betrug 10 bis 12 km.

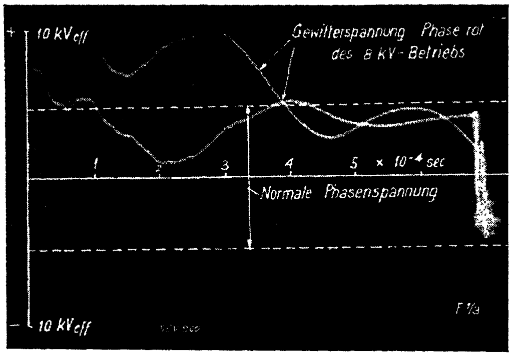


Fig. 9.

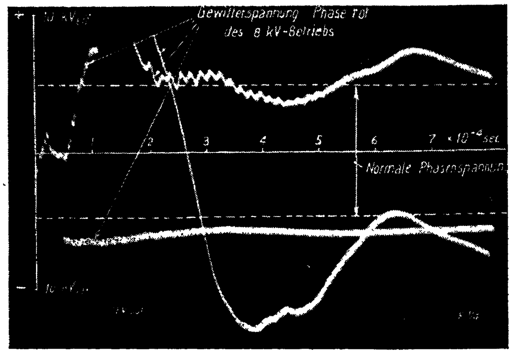


Fig. 10.

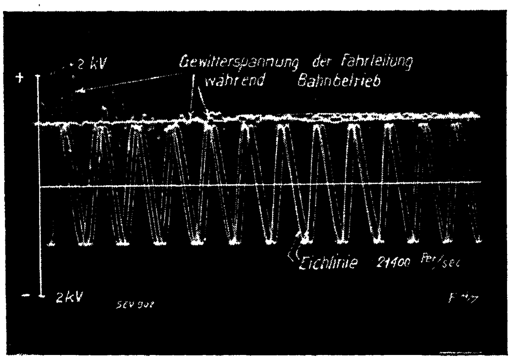


Fig. 11.

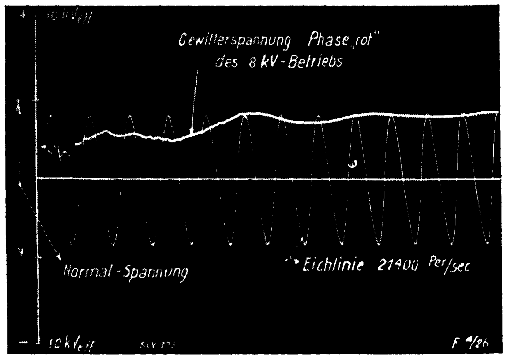


Fig. 12.

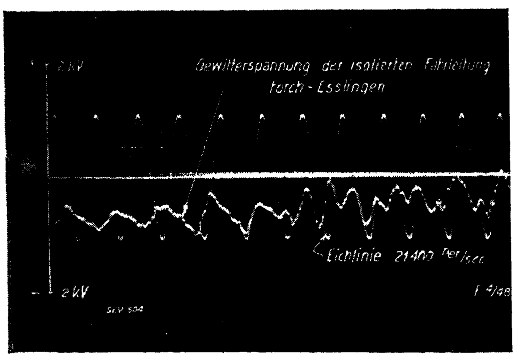


Fig. 13.

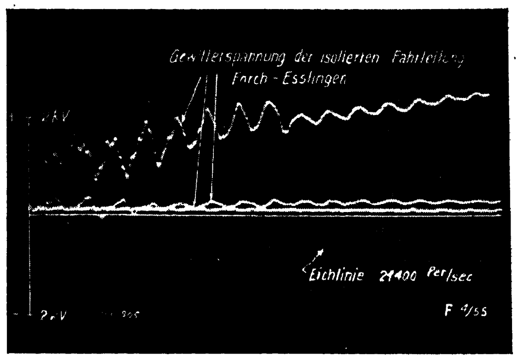


Fig. 14.

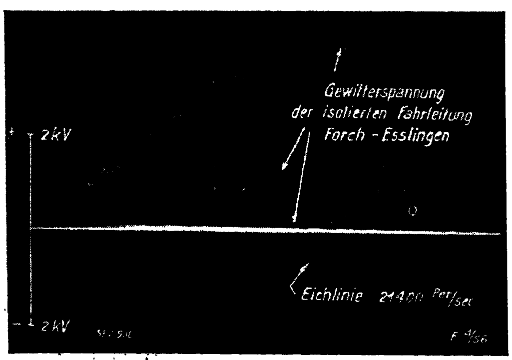


Fig. 15.

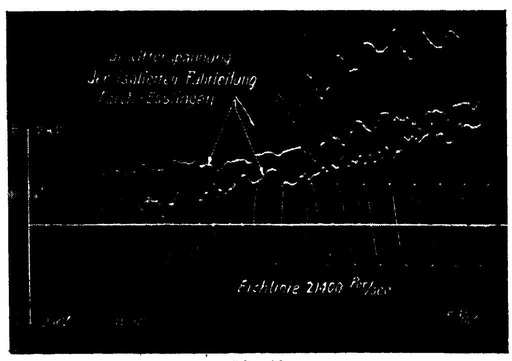


Fig. 16.

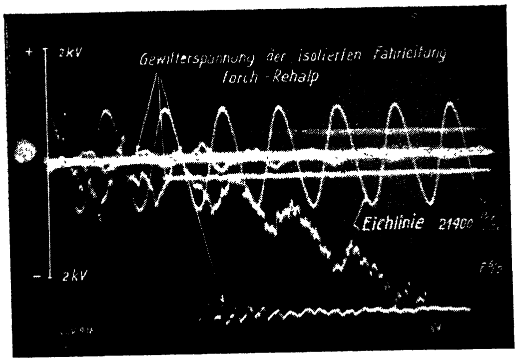


Fig. 17.

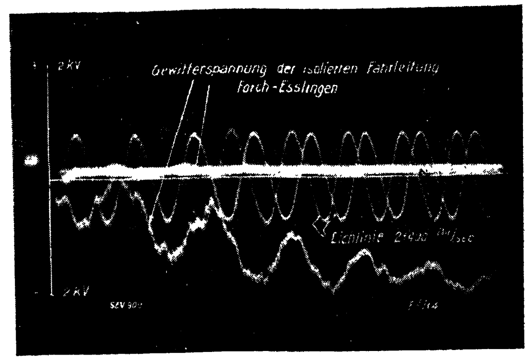


Fig. 18.

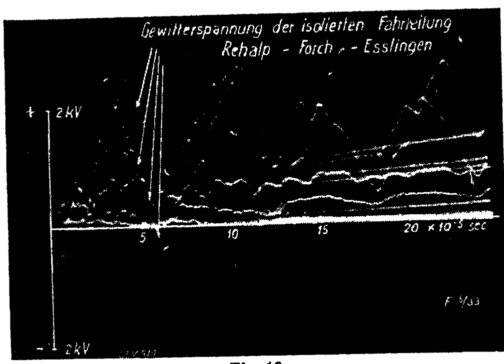


Fig. 19.

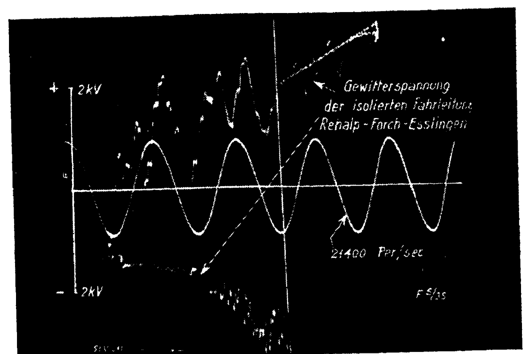


Fig. 20.

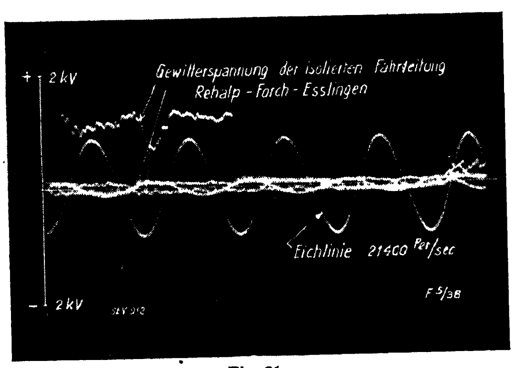


Fig. 21.

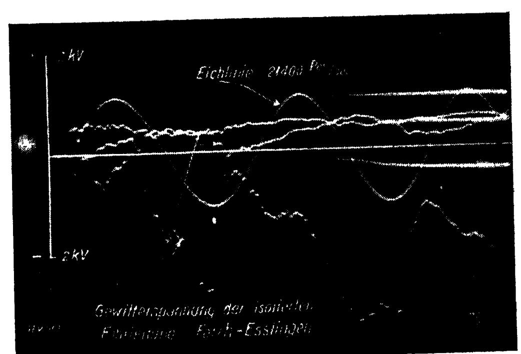


Fig. 22.

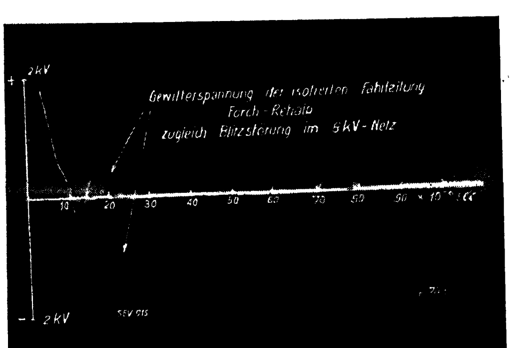


Fig. 23.

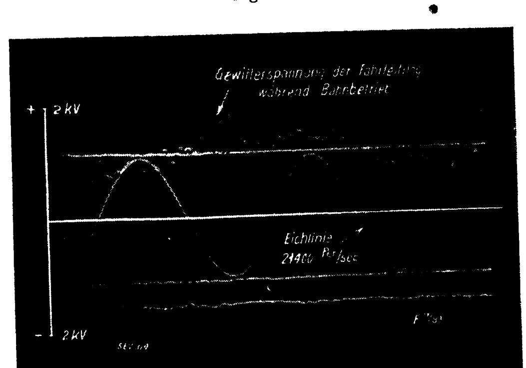


Fig. 24.

Fig. 10 durch das Ansprechen eines Hörnerableiters im 8 kV-Netz begrenzt wurde. Der Blitzschlag hätte in diesem Fall zu einem kurzzeitigen Erdschluss am Horn geführt, der infolge seiner kurzen Dauer von keiner Erdschlussanzeigeeinrichtung angezeigt wurde. Der Vergleich dieses Oszillogrammes mit andern, bei künstlichen Erdschlüssen aufgenommenen, macht diese Erklärung wahrscheinlich.

d) Die Steilheit der Gewitterspannungswellen ist, wie die Höhe der erreichten Gewitterspannungen selbst, sehr verschieden. Die Erscheinung ist nicht ganz einfach, weil der Anstieg oft nicht gleichmässig, sondern in vielen rasch aufeinanderfolgenden Stössen erfolgt. Relativ steile Wellen sind mit einer Ausnahme (Fig. 23) nur bei nahen Gewittern entstanden. Solche steile Wellen zeigen die Oszillogramme in Fig. 19 und Fig. 20, ferner in Fig. 10. Die Spannung steigt in den ersten zwei genannten Oszillogrammen an der Meßstelle innerhalb ca. 10^{-5} sec um 3000 V, d. h. mit einer Zunahme von ca. $3 \cdot 10^{8}$ V/sec. Aehnliche Anstiegs-Geschwindigkeiten ergeben sich aus dem Oszillogramm in Fig. 10 (11 000 V in $5 \cdot 10^{-5}$ sec, d. h. $2{,}2 \cdot 10^{8}$ V/sec), ferner aus dem Oszillogramm in Fig. 23 (ca. 2000 V in $5 \cdot 10^{-6}$ sec, d. h. ca. $4 \cdot 10^{8}$ V/sec).

Diese Werte stimmen mit den von Heyne in Dresden auf andere Weise gemessenen gut überein[9]; sie entsprechen den steilsten Wellen jener Beobachtungen auch bezüglich der Distanz des Blitzschlages von der Meßstelle. Bemerkenswert ist noch, dass bei andern, ebenfalls nahen Gewittern der Spannungsanstieg langsamer erfolgte, wie z. B. in den Oszillogrammen der Fig. 14, 15, 17, 18, wo die Anstiegsgeschwindigkeit der Spannung ca. 10^{7} V/sec beträgt. — Im Gegensatz dazu erfolgte bei Oszillogramm Fig. 23 der Blitzschlag mindestens 10 km nördlich der untersuchten Fahrleitung. Die Einschlagsstelle konnte in diesem Falle deshalb genau ermittelt werden, weil der Blitz die 45 kV-Speiseleitung des 8 kV-Betriebes direkt traf, was sich auch durch gleichzeitige Lichtschwächung und Brummen der Motoren der Versuchseinrichtung bemerkbar machte. Trotz dieser grossen Distanz erzeugte der Blitzschlag auf der vollständig abgetrennten Fahrleitung einen steilen Spannungsstoss von ca. +2000 V. Ein Zusammenhang zwischen Blitzdistanz, Spannungsgrösse und Spannungssteilheit kann daher aus den Messungen kaum allgemein konstatiert werden. Es scheint eher, dass es einzelne Blitze gibt, die gegenüber andern ausserordentliche Fernwirkung besitzen. Doch ist dieses Oszillogramm (Fig. 23) vorläufig das einzige dieser Art, so dass es zu gewagt erscheint, weitere Schlüsse zu ziehen.

Von praktischem Interesse ist der Vergleich der Steilheit der Wellenfront einer Gewitterspannungswelle mit der Front einer Spannungswelle, die z. B. beim plötzlichen Erdschluss oder Kurzschluss der Leitung entsteht.

Um einen solchen Vergleich zu ermöglichen, wurden Erdschlussoszillogramme aufgenommen. Die Erdschlüsse wurden dadurch erzeugt, dass die Fahrleitung der Forchbahn in verschiedenen Distanzen von der Station Forch plötzlich mit den Schienen kurzgeschlossen wurde. Die Figuren 25 und 26 zeigen den Spannungsverlauf bei Station Forch, wenn der Gleichrichter ausgeschaltet und die Leitung über einen Widerstand von ca. 30 000 Ohm mittels einer Gleichstrommaschine auf Spannung gehalten wurde. Beide Figuren zeigen typische Entladeschwingungen der Leitung. Die Steilheit der ersten Wellenfront ist bei diesen künstlichen Erdschlüssen grösser, die Steilheit der zweiten (nach einmaliger Reflexion der Wellen auf der Leitung) etwa gleicher Grösse wie jene der steilsten Gewitterspannungswellen. Die Gewitter sind also imstande, Wellen von annähernd derselben Steilheit auf Leitungen zu erzeugen, wie solche bei Erd- und Kurzschlüssen entstehen. Diese Beobachtung konnte auch bei den bereits erwähnten späteren Versuchen mit künstlichen Erdschlüssen im 8 kV-Netz bestätigt werden. Man hat es demzufolge in der Hand, diese Art der Spannungsgefährdung durch Erdschlussversuche auf ihre Bedeutung nachzuprüfen, wobei aber bei Gewittern als Sprungwellenhöhe die Ueberschlagsspannung der Leitung in Erscheinung treten kann, nicht nur die bei Erdschlüssen

[9]) Heyne, Diss. Dresden, siehe L. Binder, ETZ 1928, Heft 13.

ohne äussere Ueberspannung vorkommende Spannung nach den heutigen Prüfnormalien des S. E. V.[10]).

Besonders zu erwähnen ist der zackige Verlauf der Spannungskurve im Oszillogramm der Fig. 20 vor dem Erreichen der Ueberschlagsspannung. Wenn auch eine regelmässige Schwingung nicht vorliegt, so könnte doch das lebhafte Auf- und Abspringen der Spannungswerte eine erhöhte Ueberschlagsgefahr, wie sie in analoger

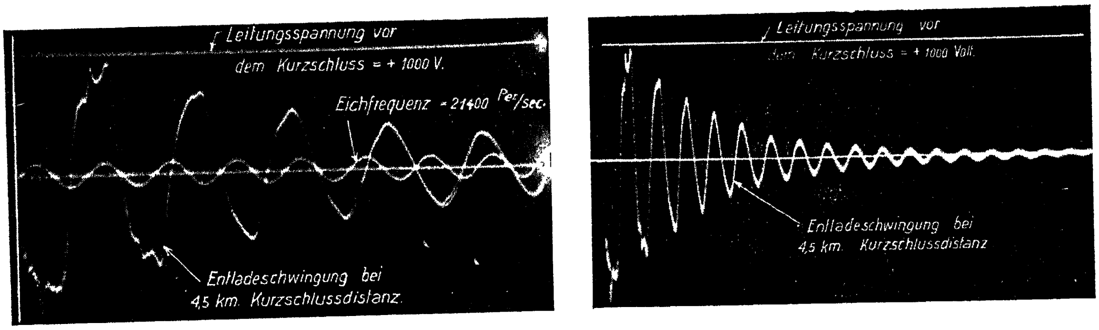


Fig. 25.
Spannungsverlauf in der Station Forch bei Erdschluss der Fahrleitung in 4,5 km Distanz. Links grosser, rechts kleiner Zeitmasstab.

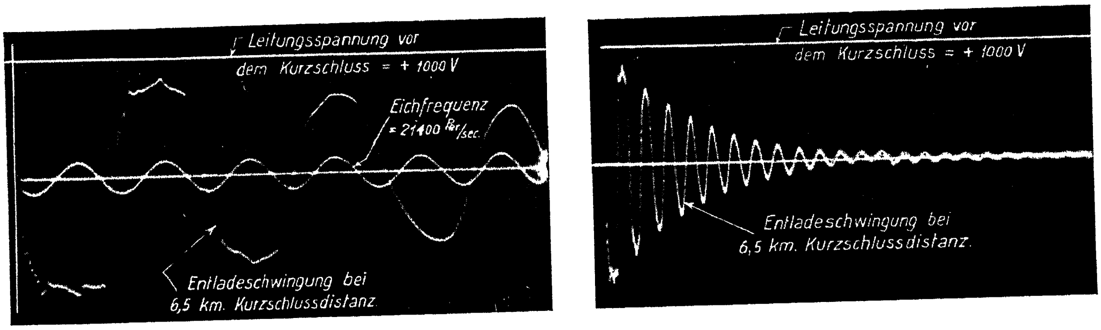


Fig. 26.
Spannungsverlauf in der Station Forch bei Erdschluss der Fahrleitung in 6,5 km Distanz. Links grosser, rechts kleiner Zeitmasstab.

Weise bei hochfrequenter Beanspruchung auftritt, in Anlagen mit sich bringen, falls die Erscheinung sich in stärkerem Masse wiederholen sollte. Der aus diesem Oszillogramm ersichtliche Ueberschlag erfolgte in wenigen Metern Distanz vom Oszillographen an einem Schalter der abgehenden Fahrleitung nach Esslingen bei Punkt *P* der Fig. 7. Ferner ist aus dem Oszillogramm in Fig. 21 die Schwächung der Isolation infolge des kurz vorher erfolgten Ueberschlags (Fig. 20) zu ersehen: Die Ueberschlagsspannung der Anlage wurde infolge eines Kriechweges von 6500 auf ca. 1300 V heruntergesetzt.

Die Gefahr der Gewitter für elektrische Anlagen kann erstens in der Höhe der gegen Erde erzeugten Spannungen bestehen und zweitens in der Raschheit ihres Auftretens, oder mit andern Worten, in einer *örtlichen* Ueberspannung unter der Gewitterwolke und einer damit verbundenen steilen Wellenfront beim Abfliessen dieser örtlichen Spannung über die Leitung.

1. *Die Grösse der in einem grossen Netz auftretenden Gewitterüberspannung* ist viel kleiner, als sie sich bei oberflächlicher Betrachtung aus den heute bereits vorliegenden zahlreichen Antennen-Messungen ergibt. Diese haben bekanntlich gezeigt, dass während Gewittern elektrische Felder von 100, ja sogar bis 300 kV pro m Höhe über dem Boden vorkommen. Die Versuche am Monte Generoso[11])

[10]) Siehe Bulletin S. E. V. 1923, No. 8, Seite 461.
[11]) Brasch, Lange u. Urban, Forschungen und Fortschritte, Febr. 1928.

bilden wohl die schönste Bestätigung früherer, in kleinerem Umfang durchgeführter Antennenmessungen [12]). Würden solche Spannungen auf elektrischen Leitungen auftreten, so wäre eine elektrische Energieübertragung während Gewittern wohl direkt ausgeschlossen. Die Ursache, warum bei den hochisolierten Antennen solche Spannungen auftreten, bei elektrischen Freileitungen dagegen nicht, liegt in der verschieden starken Isolation (Ableitung) gegen Erde. Wie die Messungen am Monte Generoso gezeigt haben, entstanden dort die riesigen Spannungen von einigen Millionen Volt nicht im Moment von Blitzschlägen, sondern in ziemlich regelmässigem Zeitabstand von ca. 1 sec. Es handelt sich dort um allmähliche, relativ langsame Aufladungen der Antennen aus der Atmosphäre (mit ca. $2 \cdot 10^6$ V/sec mittlerer Spannungszunahme bei den erwähnten Versuchen), wobei die Antenne die Spannung ihrer Umgebung anzunehmen sucht, bis dadurch ihre Spannung gegen den Erdboden den an der Funkenstrecke eingestellten Begrenzungswert erreicht und der Ausgleich gegen Erde durch den Ueberschlag erfolgt.

Solche Aufladungen sind nur bei entsprechend hoher Isolation möglich oder, genauer gesagt, bei genügend grosser Zeitkonstante aus Isolation und Kapazität der Antenne gegen Erde. Bei schwächerer Isolation (kleinerer Zeitkonstante) können die auf der Antenne sich ansammelnden Ladungen schon im Verlauf ihrer Entstehung (d. h. kurz nach ihrer Ankunft aus der geladenen umgebenden Atmosphäre) nach der Erde abfliessen, womit die Entstehung der hohen Spannung gegen Erde verhindert wird. Bei technischen elektrischen Leitungen handelt es sich nun gerade um diesen letztern Fall relativ schlechter Isolation (starker Ableitung nach Erde).

Nach Matthias[13]) betragen die massgebenden Zeitkonstanten praktischer Hochspannungsanlagen $^1/_{10\,000}$ bis $^1/_{100}$ sec; bei der untersuchten Fahrleitung mit Messwiderstand war sie ebenfalls einige Tausendstelsekunden. Erfolgen wesentliche Spannungsänderungen in der die Leitung umgebenden Atmosphäre langsamer als in diesem Tempo, so sind sie für die Leitung gefahrlos, weil diese die aus der Atmosphäre ihr zuströmenden Ladungen rechtzeitig über die Isolation nach Erde abführen kann. Dies gilt insbesondere dann, wenn die gesamte zusammenhängende Leitung im Vergleich zur Ausdehnung des von Raumladungen (Gewitterwolken) umgebenen Leitungsabschnittes gross ist. Im ungünstigsten Fall, wenn die Leitung nicht länger als eine über ihr befindliche Gewitterwolke ist, können auf diese Weise auf der Leitung rechnungsgemäss nur Spannungen von einigen hundert Volt gegen Erde entstehen, wenn die angenommene Leitung eine Zeitkonstante gegen Erde von $^1/_{10\,000}$ sec hat (Niederspannungsleitung).

Diese langsam entstehenden Spannungen („statischen Ladungen") haben bei einigermassen ausgedehnten in Betrieb befindlichen Netzen praktisch kaum Bedeutung, wie die Versuche durchaus bestätigt haben. Die Feststellung gilt für Netze aller Spannungen, weil für Hochspannungsnetze wohl die Isolations-Zeitkonstante grösser ist und damit auch der Absolutwert der möglichen statischen Spannung wächst; prozentual bleiben aber diese Spannungen ungefährlich. *Wie die Versuche gezeigt haben, sind wesentliche Spannungen auf den untersuchten Leitungen ausschliesslich im Moment von Blitzschlägen entstanden.* Hier liegt der durch die Höhe der Isolation gegen Erde bedingte prinzipielle Unterschied zwischen Antennen und elektrischen Uebertragungsleitungen.

2. Der im Moment von Blitzschlägen entstehenden *Spannungsbeanspruchung* kommt hingegen praktische Bedeutung durchaus zu, wie die Versuche zeigen.

a) Es ist zwar nicht möglich, ein abschliessendes, für alle Anlagen beliebiger Spannung gültiges Urteil aus den Messungen während des einen Sommers zu geben. Dazu sind noch mehr Messungen an verschiedenen Orten und in verschiedenen Netzen notwendig. Doch lassen sich heute schon einige Schlüsse ziehen, die im folgenden angeführt sind und besonders für Netze niedriger Spannung bis zu einigen kV Bedeutung haben.

---

12) Norinder, El. World 1924.
13) Matthias, E T Z 1927.

b) Abgesehen von den vier beobachteten Blitzschlägen im Sommer 1928, welche die 1200 V-Anlage zum Ueberschlag brachten und bei welchen wir deshalb die Höhe der Gewitterspannung, die ohne Ueberschlag erreicht worden wäre, nicht kennen, sind gewöhnlich nur Spannungen von wenigen tausend Volt entstanden (Ueberschlagsspannung ca. 6500 V). Die genannten vier Ueberschläge kamen alle an der ausser Betrieb befindlichen Leitung vor; einer derselben ist aus dem Oszillogramm in Fig. 20 ersichtlich. — Die Oszillogramme zeigen, dass diese relativ kleinen Spannungen innerhalb 10^{-5} bis 10^{-3} sec entstanden sind, so dass die unter dem Gewitterherd freiwerdende Ladung genügend Zeit hatte, während ihrer Entstehung wenigstens teilweise auf beide Seiten der Leitung abzufliessen und dadurch die Entstehung hoher *örtlich* begrenzter Spannungsdifferenzen unter der Gewitterwolke zu verhindern. *Gewitterspannungen solcher Art können daher, falls sie überhaupt als gefährlich erachtet werden, durch „Verschlucken" in Kapazitäten oder durch Ableitung nach Erde an irgend einer Netzstelle unschädlich gemacht werden.*

Die vom Gewitter in diesem Fall auf der Fahrleitung innerhalb der angegebenen Zeit befreite Ladung betrug höchstens ungefähr:

$$Q = VC = 10^4 \cdot 10^{-7} = 10^{-3} \text{ Coulomb},$$

die darin enthaltene Energie:

$$A = {}^1/_2\, V^2 C = {}^1/_2 \cdot 10^8 \cdot 10^{-7} = 5 \text{ Joule (5 Watt sec)},$$

der mittlere Gewitterladestrom:

$$J = \frac{VC}{T} = \frac{10^{-3}}{10^{-4} \div 10^{-3}} = 1 \div 10 \text{ A}.$$

Die Verminderung der entstandenen Gewitterspannung der isolierten Leitung durch „Verschlucken" in der Anlagekapazität ist deutlich in den Oszillogrammen ersichtlich, die am 8 kV-Drehstromnetz aufgenommen wurden. Die Erdkapazität dieses Netzes ist ca. dreimal grösser als jene der Fahrleitung; es treten daher meistens kleinere Gewitterspannungsstösse auf, die durch die genannten Gewitterladungen entstanden sind. Höhere Gewitterspannung, nämlich ca. 15 kV zeigt das Oszillogramm der Fig. 10.

Wollte man die gemessene atmosphärische Spannung eines der Fahrleitungsanlage ähnlichen Netzes durch künstliche Kondensatoren in den Stationen verkleinern, so müsste die Grösse dieser Kondensatoren in der Grössenordnung der Erdkapazität des untersuchten Fahrleitungs-Netzes selber liegen, also mindestens 0,1 Mikrofarad betragen. Will man die gemessenen Ladungen nach Erde ableiten, so genügt dazu ein Ableiter, der ohne störende Spannungserhöhung des Netzes die oben genannten Ströme in der genannten Zeit nach Erde abführt. Als Ableiter kommt in erster Linie die Netzisolation in Betracht. Ob diese zusammen mit Erdungsdrosselspulen, Sternpunkterdungen usw. genügt, mit der Netzkapazität zusammen diese Art atmosphärischer Ladungen unschädlich zu machen, muss in jedem Falle besonders entschieden werden, wobei die obigen Zahlen bis zu weitern Messungen an andern Leitungen vorläufige Anhaltspunkte geben.

c) Als erstes Beispiel sei die untersuchte Fahrleitungsanlage gewählt (s. Fig. 7). Die Kapazität der gesamten Anlage gegen Erde beträgt ca. 0,12 μF. Der Isolationswiderstand der Fahrleitung in trockenem Zustand (ungünstigster Fall) beträgt ca. 5 Megohm. Eine wesentliche Ableitung über Isolation ist daher nicht vorhanden, weil die Zeitkonstante der trockenen, ausser Betrieb befindlichen Leitung $RC = 5 \cdot 10^6 \cdot 10^{-7} = 0{,}5$ sec beträgt. Neben dieser Ableitung über die Isolation ist im Betrieb auch noch eine andere möglich, nämlich diejenige über den Gleichrichter und die dazugehörigen Transformatorenwicklungen (6-Phasenwicklung — Saugdrosselspule — Erde). Nun spielt der Gleichrichter als elektrisches Ventil eine interessante Rolle bei den Gewittererscheinungen. Sofern er nämlich gar nicht oder nur schwach belastet ist, existiert in ihm ein nur schwacher Lichtbogen. Für positive starke Gewitteraufladungen der an die Kathode angeschlossenen Fahrleitung stellt daher, wie leicht einzusehen ist, der unbelastete Gleichrichter ein undurchlässiges

Ventil dar, d. h. ein offenes Leitungsende. Wenn die Fahrleitung unter Spannung steht, aber unbelastet ist, besteht daher für positive Ladungen keine Ableitung über den Gleichrichter, sofern deren Wellenströme die Grösse einiger Ampères überschreiten; es wirkt nur die Netzisolation ladungsabführend. In diesem Betriebszustand wird also die Gewitterladung und ihre Spannung voll zur Entstehung kommen und während der Dauer von annähernd 1 sec (Zeitkonstante der Isolation) auf der Leitung bestehen bleiben, sofern nicht vorher ein Ueberschlag und Kurzschluss erfolgt. Will man diese Spannungen in ihrer Entstehung vermindern, so ist ein ohmscher Ableiter nach Erde das einfachste Mittel dazu. Diesen Zweck übernimmt in der besprochenen Anlage ein elektr. Warmwasserspeicher (1,6 A), der aus andern Gründen in der Anlage eingebaut ist, und ferner der am Anfang erwähnte, während Gewitterzeit eingeschaltete Wasserstrahlableiter (1 bis 2 A). Wie die Oszillogramme bestätigen, verhindern diese beiden Ableiter zusammen weitgehend die Entstehung von Gewitter-Ueberspannungen. Sie verhindern vor allem durchaus die langsame Leitungsaufladung in ca. 10^{-3} sec. In der Tat soll der Betrieb seit der Einführung von Warmwasserspeicher und Wasserstrahlableitung während Gewittern wesentlich ruhiger sein als früher, was mit Rücksicht auf die geringe Ueberschlagsspannung der Anlage nicht erstaunlich ist. Das Beispiel ist auch deshalb interessant, weil hier ein zu ganz andern Zwecken vorgesehener Apparat (Warmwasserapparat) für die Verhinderung von Gewitterüberspannungen von wesentlichem Einfluss ist.

d) Kurzes Wechselspannungsnetz kleiner Spannung (Sekundärnetz). Bei einem normal isolierten Wechselstromnetz ähnlicher Grösse wie das besprochene Fahrleitungsnetz lässt die Ableitung nach Erde bei ungeerdeten Transformatorensternpunkten ebenfalls die besprochenen Gewitterspannungen voll entstehen. Falls eine Reduktion dieser Spannungen von einigen kV gewünscht wird, kommen vor allem Erdungsdrosselspulen als Ableiter in Betracht. Eine Ueberschlagsrechnung zeigt jedoch, dass die gewöhnlich verwendeten Typen zu grosse Induktivitäten besitzen und daher zu träge sind, um genügend Ladung während ca. 10^{-4} sec nach Erde abzuführen. Hingegen genügt z. B. die Sternpunktserdung einiger kleiner Leistungstransformatoren meistens, um diese Spannungen zum Verschwinden zu bringen.

e) Die bisher genannten Gewitterspannungen können bezüglich Ueberspannungsschutz als irgend eine Zwischenform zwischen sehr raschen Spannungsstössen (steilen Wanderwellen, z. B. erzeugt durch Erd- oder Kurzschluss) und den durch die fortwährenden relativ langsamen Veränderungen des atmosphärischen Feldes erzeugten Spannungen („statische Ladungen") aufgefasst werden. Auf die Wichtigkeit der genügenden Ableitung nach Erde sei nochmals ausdrücklich hingewiesen. Doch sind Gewitterspannungen nicht durch statische Ladungen verursacht, sondern durch infolge von Blitzschlägen freiwerdende Ladungen. Dadurch erklärt sich ihre kurze Entstehungsdauer (ca. 10^{-5} bis 10^{-3} sec). Der Schreibende hat oft vor, während und nach Gewittern minutenlang den Beobachtungsschirm des Oszillographen betrachtet, ohne jemals an einer der beiden Leitungen statische Aufladung wahrgenommen zu haben. Diese bleiben vermutlich auf Antennen und kurze, hochisolierte Netze beschränkt, deren Ableitungszeitkonstante mehr als $^1/_{100}$ sec beträgt. In diesem Sinne modifizieren die Versuchsresultate die bisherige Auffassung von der Gefahr der sog. „statischen Ladungen". Gegen diese sind Schutzmassnahmen nur in den seltensten Fällen nötig (kurze, hochisolierte Leitungen und Anlagen). Hingegen erfordern die im Moment von Blitzschlägen freiwerdenden Ladungen („Influenz-Ladungen", resp. Spannungen infolge indirekter Blitzschläge) Schutzmassnahmen, deren Art mit derjenigen gegen die „statischen Ladungen" übereinstimmt (Ableiter nach Erde), deren Ableitfähigkeit aber grösser sein muss, als dies für „statische Ladungen" nötig wäre.

Bei genügender Ableitung über die Netzisolation und event. zusätzliche Stromwege nach Erde ist ein anderer Anlageschutz gegen indirekte Blitzschläge auf Grund der bisherigen Versuchsresultate nicht zu empfehlen, ein Resultat, das der prin-

zipiellen Auffassung, weitere Schutzapparate seien möglichst zu vermeiden, wie sie in den „Wegleitungen der S. E. V. für den Schutz von Wechselstromanlagen gegen Ueberspannungen" und „Wegleitungen für den Schutz von Gleichstromanlagen gegen Ueberspannungen" [14]) niedergelegt sind, durchaus entspricht.

Durch diese im Augenblick des Blitzschlages auftretenden Influenz-Ladungen lässt sich das Schwanken der Voltmeter an Erdungstransformatoren bei Blitzschlägen erklären. Ihre relativ lange Dauer ermöglicht in besonderen Fällen ohne weiteres auch ihre Hochtransformierung aus Niederspannungs- in Hochspannungsnetze über die Wicklungen der Transformatoren, was Finkh durch Versuche an oberspannungsseitig vom Netz abgetrennten, mit Funkenstrecken versehenen, unterspannungsseitig hingegen am Verteilnetz angeschlossenen Stationstransformatoren nachgewiesen hat [15]). Diesem Vorgang kommt jedoch kaum praktische Bedeutung zu, weil die Ladungen dieser Gewitterspannungen relativ klein sind und deshalb von der oberspannungsseitigen Kapazität (angeschlossene Leitungen) ohne gefährliche Spannungserhöhung absorbiert werden. Die Versuchsbedingungen bei Finkh entsprachen infolge Fehlens einer oberspannungsseitigen Kapazität (Leitung) nicht den praktischen Verhältnissen.

f) Die *Steilheit* der im Moment von Blitzschlägen entstehenden Gewitterspannungsstösse auf Leitungen scheint nach den bisherigen Messungen gefährliche Werte erreichen zu können; ein grosser Unterschied gegenüber der Steilheit von Wanderwellen, welche durch Erdschlüsse in einigen km Distanz von der Station verursacht sind, besteht jedenfalls nicht. Es können daher bei indirekten Blitzschlägen auch die Gefährdungen durch Wanderwellen-Reflexion an den Enden von schwach oder gar nicht verzweigten Leitungen, d. h. vor allem an den Transformatoren, eine Rolle spielen, sei es durch Ueberschlag der Transformatorklemmen oder durch Windungsschlüsse. Solche Störungen sind durch die deutsche Gewitterstörungs-Statistik nachgewiesen [16]); doch müsste man aus den Oszillogrammen schliessen, dass die Anzahl solcher gefährlicher Blitzschläge für ein bestimmtes Netz nicht sehr gross ist. Eines der Oszillogramme (Fig. 23) scheint aber darauf hinzuweisen, dass für elektrische Anlagen ganz besonders gefährliche Blitze existieren. Bei diesem Oszillogramm wurde nämlich noch in 10—12 km minimaler Entfernung des Blitzes von der Leitung ein Spannungsstoss von fast 2 kV auf der isolierten Fahrleitung erzeugt, mit einer Anstiegs- und Abfalldauer des Maximums von je ca. $5 \cdot 10^{-6}$ sec. Die Einschlagstelle dieses Blitzes konnte nachträglich in der das 8 kV-Netz speisenden 45 kV-Leitung ermittelt werden.

Die Gefährdung durch einen solchen Spannungsstoss ist anderer Art als die der häufigen Gewitterspannungen kleiner Höhe. Es handelt sich hier um eine sehr hohe, aber kurzzeitige wanderwellenartige Beanspruchung, deren Existenz durch die Resultate der Klydonographie in Amerika bereits behauptet wird. Infolge der raschen Entstehung solcher Spannungsstösse auf der Leitung ist ihre künstliche Ableitung in den Stationen ausgeschlossen. Eine ähnliche Beanspruchung ist zu erwarten bei direkten Blitzschlägen.

Es scheint in diesen relativ seltenen Fällen unmöglich, ein- oder mehrpoligen Erdschluss und damit Kurzschluss an der betreffenden Leitungsstelle unter dem Gewitterherd oder bei der Einschlagsstelle zu verhüten. Wahrscheinlich bieten auch Erdseile keinen genügenden Schutz gegen die Entstehung solcher Spannungen. Es kann aber vielleicht sogar grössere Vorteile bringen, die Ueberschlagsspannung für rasche Spannungsstösse auf der Leitung im Vergleich zu denjenigen anderer Anlageteile relativ klein und verzögerungsfrei zu halten, damit dadurch die Begrenzung der Gewitterspannung bei ihrer Entstehung auf der Leitung rasch und bei relativ ungefährlichen Spannungen für das Netz zustande kommt.

---

[14]) Bulletin S. E. V. 1923, No. 6, S. 301 und Bulletin S. E. V. 1926, No. 6, S. 205.

[15]) Finkh, El. Wirtschaft, Band 25, 1926.

[16]) Matthias, ETZ, 1927.

Dagegen dürfen Ueberschläge in den Stationen, sowie Beschädigungen von Maschinen und Apparaten nicht vorkommen. In den Stationen müssen deshalb die notwendigen Vorkehren getroffen werden:

1. Zum Schutz gegen hohe und steile Front der Gewitterspannungswelle von ca. 1,5 km Frontlänge;
2. Gegen die von Erd- und Kurzschlüssen herrührende Wellenstirn;
3. Zur raschen Abschaltung des Kurzschlusses.

Die Punkte 1 und 2 verlangen dieselben Schutzvorkehren. Dabei ist schon heute sicher, dass die Vermeidung von Windungsschlüssen in diesen kritischen Momenten nur möglich ist, wenn die Wicklungen der entstehenden Sprungwellenbeanspruchung auch bei dieser Spannung, die sich durch die Netzüberschlagsspannung bei kurzen Spannungsstössen ergibt, standhalten.

Die Entscheidung dieser letzten Frage wird erst sicher möglich sein, wenn es gelingt, durch weitere Versuche an Leitungen möglichst hoher Spannung eine grössere Anzahl besonders gefährlicher Blitze zu oszillographieren. Wenn es auch vielleicht nicht möglich sein wird, alle Gewitterstörungen auf Leitungen zu verhüten, so scheint es doch, dass es gelingen wird, deren Anzahl auf ein Minimum zu reduzieren und die verbleibenden Störungen durch Anwendung der angedeuteten Schutzanordnungen auf gewöhnliche Leitungskurzschlüsse zu begrenzen, die lediglich eine kurzdauernde Abschaltung, aber keine Materialzerstörung mehr zur Folge haben.

Miscellanea.

Prof. Dr. A. Stodola Zürich, beging am 10. Mai d. J. seinen 70. Geburtstag. Freunde und ehemalige Schüler widmeten dem weltbekannten Gelehrten und hochgeschätzten Menschen eine reich ausgestattete Festschrift, mit einem Vorwort von Prof. Dr. A. Rohn, Präsident des Schweizerischen Schulrates, einer Biographie von Oberingenieur W. G. Noack und wissenschaftlichen Arbeiten von 62 Ingenieuren und Vertretern der Wissenschaft [1]). Die Technische Hochschule Prag ehrte Prof. Dr. A. Stodola durch Verleihung der Würde eines Doctor honoris causa; die Technische Hochschule Stuttgart ernannte ihn zu ihrem Ehrenbürger.

Den Gratulanten schliesst sich der Schweizerische Elektrotechnische Verein an und entbietet seinem langjährigen, verehrten Mitglied seine herzlichsten Wünsche.

Totenliste.

Val. A. Fyn, gestorben am 20. März d. J. im Alter von 58 Jahren in St. Louis U. S. A., absolvierte seine Studien am Eidgenössischen Polytechnikum in Zürich in den Jahren 1888—1893. Nach Praxis in der Firma Brown, Boveri & Cie., Baden und in London, siedelte er 1898 nach Amerika über, wo er als beratender Ingenieur der Wagner Electric Manufacturing Co. in St. Louis wirkte. Sein Name wurde bekannt als Verfasser zahlreicher technischer Abhandlungen und als Inhaber einer sehr grossen Anzahl von Patenten, die sich hauptsächlich mit dem Gebiete des Einphasenkollektor-Motors befassten. Für die Schweiz und ihre Berge bewahrte der Verstorbene zeitlebens ein warmes Interesse.

[1]) Festschrift, Prof. Dr. A. Stodola zum 70. Geburtstag überreicht von Freunden und Schülern. Herausgegeben von Dr. E. Honegger. Zürich 1929, Verlag Art. Inst. Orell Füssli. Preis geh. Fr. 30.—, geb. Fr. 32.—.

Der **Verband Deutscher Elektrotechniker (V. D. E.)** hält vom 7. bis 9. Juli 1929 in Aachen seine XXXIV. Jahresversammlung ab.

Die Einladung kündigt folgende *Vorträge* an: «Der Weltfernsprechverkehr» von Dr.-Ing. *E. L. Craemer,* Brückeburg; «Kathodenoszillograph und Ueberspannungen» von Prof. Dr. *Rogowsky,* Aachen; «Der Zusammenschluss grosser Netze im Lichte der Elektrizitätswirtschaft» von Dr.-Ing. *E. L. Frank,* Berlin; «Verhalten der Kraftwerke und Netze beim Zusammenschluss» von Prof. Dr. *Rüdenberg,* Berlin, und «Wirkungen des Zusammenschlusses auf den Betrieb» von Dr.-Ing. *Piloty,* Berlin. Ausserdem sind Fachberichte, Besichtigungen und gesellschaftliche Veranstaltungen vorgesehen. Die Tagung vom 8. Juli wird unter Beteiligung des Königl. Holländischen Institutes für Ingenieure, Abt. Elektrotechnik, des Elektrotechnischen Vereins in Wien und des ungarischen Elektrotechnischen Vereins als *Ferntagung* durchgeführt werden.

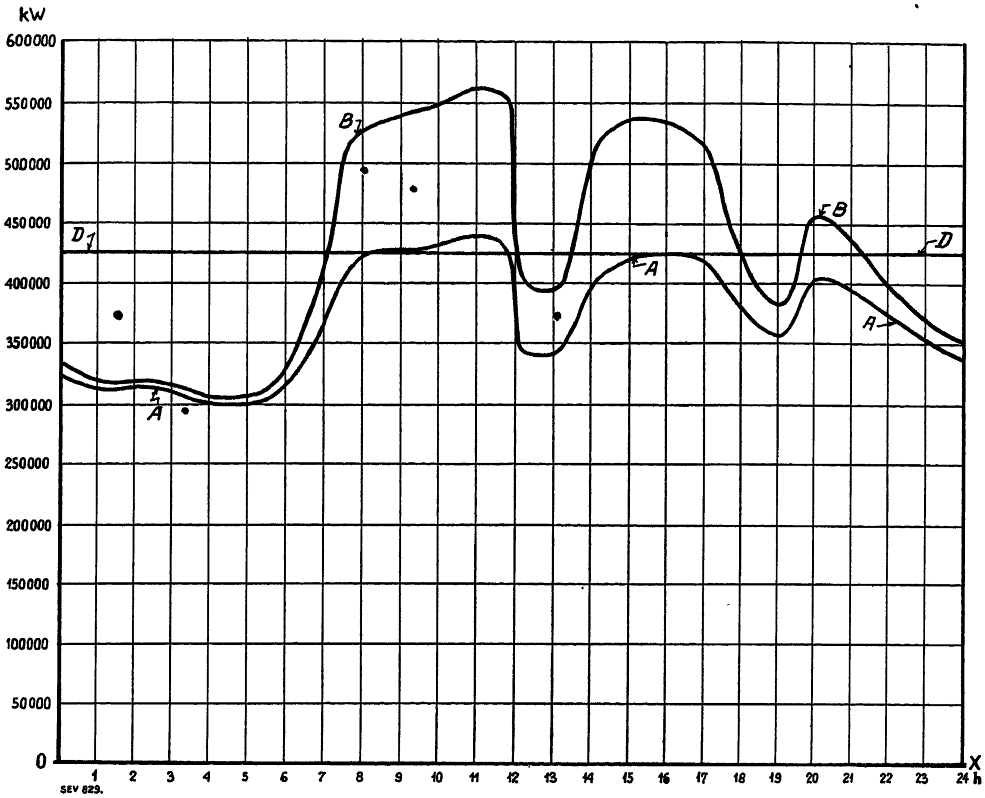
Geschäftsstelle ist: «Elektrotagung» des Verbandes Deutscher Elektrotechniker, Aachen, Theaterplatz 10/12.

Der **Jahresbericht 1928 des Schweizerischen Technikerverbandes (S. T. V.)** ist erschienen. Er gibt einen guten Ueberblick über die derzeitige wirtschaftliche Lage des schweizerischen Technikerstandes und die vielseitige Tätigkeit des Verbandes.

Statistik des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke über die Energieproduktion.
Statistique de l'Union de Centrales Suisses concernant la production d'énergie.

[Umfassend die Elektrizitätswerke, welche in eigenen Erzeugungsanlagen über mehr als 1000 kW verfügen, d. h. ca. 97 % der Gesamtproduktion[1])].
Comprenant toutes les entreprises de distribution d'énergie disposant dans leurs usines génératrices de plus de 1000 kW, c. à d. env. 97 % de la production totale[2])].

Verlauf der wirklichen Gesamtbelastungen am 17. April 1929.
Diagramme journalier de la production totale le 17 avril 1929.



Leistung der Flusskraftwerke . . . . = OX÷A = Puissance utilisée dans les usines au fil de l'eau.
Leistung der Saisonspeicherwerke . . . . = A÷B = Puissance utilisée dans les usines à réservoir saisonnier.
Leistung der kalorischen Anlagen und Energieeinfuhr . = B÷C = Puissance produite par les installations thermiques et importée.
Verfügbare Leistung der Flusskraftwerke (Tagesmittel) = OX÷D = Puissance disponible (moyenne journalière) des usines au fil de l'eau.

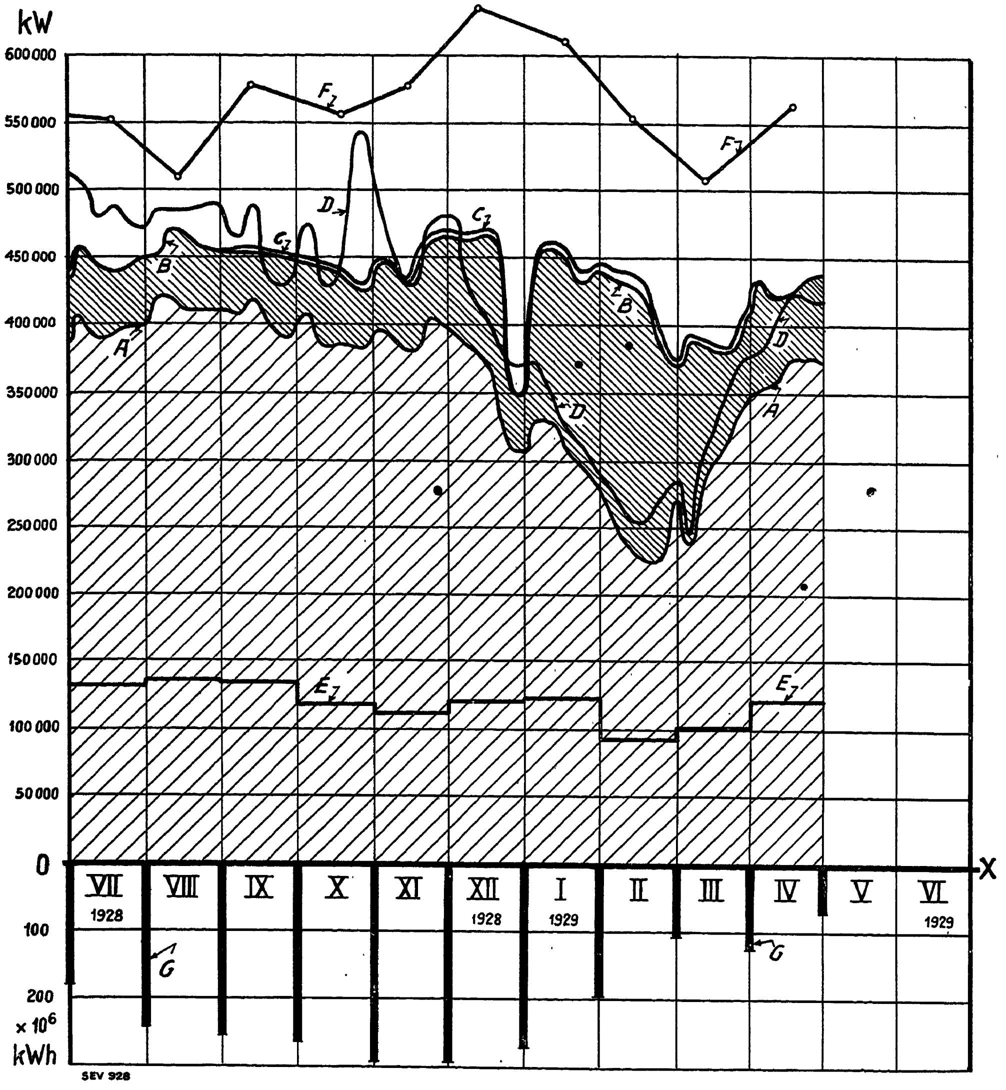
Im Monat April 1929 wurden erzeugt:		*En avril 1929 on a produit:*
In Flusskraftwerken	$244{,}1 \times 10^6$ kWh	dans les usines au fil de l'eau,
In Saisonspeicherwerken	$35{,}5 \times 10^6$ kWh	dans les usines à réservoir saisonnier,
In kalorischen Anlagen im Inland	$0{,}1 \times 10^6$ kWh	dans les installations thermiques suisses,
In ausländischen Anlagen (Wiedereinfuhr)	$- \times 10^6$ kWh	dans des installations de l'étranger (réimportation)
Total	$279{,}7 \times 10^6$ kWh	au total.

Die erzeugte Energie wurde angenähert wie folgt verwendet:			*L'énergie produite a été utilisée approximativement comme suit:*
Allgem. Zwecke (Licht, Kraft, Wärme im Haushalt, Gewerbe und Industrie).	ca.	$140{,}5 \times 10^6$ kWh	pour usage général (éclairage, force et applications thermiques dans les ménages, les métiers et les industries),
Bahnbetriebe	ca.	$15{,}4 \times 10^6$ kWh	pour les services de traction,
Chemische, metallurg. und therm. Spezialbetriebe	ca.	$35{,}5 \times 10^6$ kWh	pour chimie, métallurgie et électrothermie,
Ausfuhr	ca.	$88{,}3 \times 10^6$ kWh	pour l'exportation,
Total	ca.	$279{,}7 \times 10^6$ kWh	au total.

Davon sind in der Schweiz zu Abfallpreisen abgegeben worden: $16{,}8 \times 10^6$ kWh ont été cédées à des prix de rebut en Suisse.

1) Nicht inbegriffen sind die Kraftwerke der Schweiz. Bundesbahnen und der industriellen Unternehmungen, welche die Energie nur für den Eigenbedarf erzeugen.
2) Ne sont pas comprises les usines des Chemins de Fer Fédéraux et des industriels produisant l'énergie pour leur propre compte.

Verlauf der zur Verfügung gestandenen und der beanspruchten Gesamtleistungen.
Diagramme représentant le total des puissances disponibles et des puissances utilisées.



Die Kurven *A, B, C* und *D* stellen die Tagesmittel aller Mittwoche, die Kurve *E* Monatsmittel dar.

Die Wochenerzeugung erreicht den 6,40 bis 6,43fachen Wert der Mittwocherzeugung. Das Mittel dieser Verhältniszahl ergibt sich zu 6,42.

Les lignes *A, B, C, D* représentent les moyennes journalières de tous les mercredis, la ligne *E* la moyenne mensuelle.

La production hebdomadaire est de 6,40 à 6,43 fois plus grande que celle des mercredis. La valeur moyenne de ce coefficient est de 6,42.

In Flusskraftwerken ausgenützte Leistung . . . . = $OX \div A$ = Puissance utilisée dans les usines au fil de l'eau.

In Saisonspeicherwerken erzeugte Leistung . . . . . = $A \div B$ = Puissance produite dans les usines à réservoir saisonnier

Kalorisch erzeugte Leistung und Einfuhr aus ausländischen Kraftwerken = $B \div C$ = Puissance importée ou produite par les usines thermiques suisses.

Auf Grund des Wasserzuflusses in den Flusskraftwerken verfügbar gewesene Leistung = $OX \div D$ = Puissance disponible dans les usines au fil de l'eau.

Durch den Export absorbierte Leistung . . . . = $OX \div E$ = Puissance utilisée pour l'exportation.

An den der Mitte des Monates zunächst gelegenen Mittwochen aufgetretene Höchstleistungen = $OX \div F$ = Puissances maximums les mercredis les plus proches du 15 de chaque mois.

Anzahl der am Ende jeden Monats in den Saisonspeicherbecken vorrätig gewesenen Kilowattstunden = $OX \div G$ = Quantités d'énergie disponibles dans les réservoirs saisonniers à la fin de chaque mois.

Vereinsnachrichten.

Die an dieser Stelle erscheinenden Artikel sind, soweit sie nicht anderweitig gezeichnet sind, *offizielle Mitteilungen des Generalsekretariates des S. E. V. und V. S. E.*

An die Mitglieder des

Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (S. E. V.)

und des

Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (V. S. E.)

Einladung

zu den

Jahresversammlungen 1929

mit Damen, in St. Moritz,

am 6. und 7. Juli, Exkursionen am 8. Juli.

In freundlicher und verdankenswerter Weise hat die Gemeinde St. Moritz, als Eigentümerin des dortigen Elektrizitätswerkes, unsere beiden Verbände eingeladen, ihre diesjährigen Jahresversammlungen in St. Moritz abzuhalten.

Zur Durchführung dieser Veranstaltungen ist unter dem Vorsitz des Herrn Direktor *Th. Rofler* ein Organisationskomitee gebildet worden, das folgendes

Programm

aufgestellt hat.

Ankunft der Züge und Postautos in St. Moritz
laut Sommerfahrplan 1929.

Rhätische Bahn von Chur her:
8^{27}, 10^{22}, **12^{20}** (Engadin Express mit nur I. Kl. und nur Dienstag, Donnerstag und Samstag), 13^{25}, **13^{40}**, **15^{05}**, 17^{10}, **17^{55}**, 18^{45}, **18^{57}**, 20^{45}, 22^{50}.

Rhätische Bahn vom Unterengadin her:
8^{04}, **10^{45}**, 12^{06} (nur an Sonn- und Feiertagen), 12^{31} (nur an Werktagen), 13^{32}, 15^{42}, 17^{10}, 19^{35}, 22^{50}.

Berninabahn vom Puschlav her:
7^{40}, 9^{30}, 10^{32}, 11^{45}, 12^{35}, 14^{24}, 15^{03}, 16^{01}, 16^{54}, 17^{17}, 17^{50}, 18^{10}, 18^{27}, 19^{10}.

Postautos: Von Chur her via Julier: 12^{40}, 16^{30}.
Vom Bergell (Chiavenna) her via Maloja: 9^{55}, 14^{35}, 17^{53}.
Nur von Maloja her: 7^{38}, 20^{41}.

Bemerkungen.

a) Die Ankunft von Lokalzügen und Postautos aus der Umgebung von St. Moritz ist hier nicht erwähnt.
b) Die zuschlagspflichtigen Schnellzüge der Rh. B. sind fett gedruckt.
c) Mit Ausnahme des Engadin-Express führen alle erwähnten Züge der Rhätischen Bahn auch III. Kl.
d) Alle Züge der Berninabahn führen II. und III. Kl.
e) Für weiteren Einzelheiten betreffend die Fahrgelegenheiten nach und von St. Moritz im Juli verweisen wir auf den vollständigen Sommerfahrplan 1929.

Samstag, den 6. Juli 1929.

15 Uhr: Generalversammlung des V.S.E. im Gemeindesaal im Schulhaus; siehe Traktandenliste.

15 Uhr: *Für die Damen:* Sammlung auf dem Postplatz, Fahrt mit der Drahtseilbahn nach Chantarella, Spaziergang zum Suvrettahaus, Erfrischung, Rückkehr nach Wahl zu Fuss oder mit Postauto.
(Bei event. ungünstiger Witterung wird am Tage selbst ein anderes Programm bekannt gegeben.)

ca. 17 Uhr: Diplomierung der Jubilare in Gegenwart der Damen.

19 h 15: (präzis) Bankett des V.S.E. und seiner Gäste mit deren Damen im Grand Hotel St. Moritz.

von 21 h 15 an: Empfang der übrigen Mitglieder des S.E.V. und Unterhaltungsabend im Grand Hotel St. Moritz.

Sonntag, den 7. Juli 1929.

9 Uhr: Generalversammlung des S.E.V. im Gemeindesaal im Schulhaus; siehe Traktandenliste.

Für die Damen: Sammlung auf dem Postplatz, Fahrt über Punt Muraigl nach Muottas-Muraigl, Erfrischung, Rückkehr gegen 13 Uhr.
(Bei event. ungünstiger Witterung wird am Tage selbst ein anderes Programm bekannt gegeben.)

Mittagessen in den Hotels nach freier Wahl.

Nachmittags: Spaziergänge und Ausflüge in der Umgebung von St. Moritz, wofür das Organisationskomitee, je nach Witterung, Vorschläge bekannt geben wird; bei schlechter Witterung z. B. Besichtigung des Engadiner-Museums und des Segantini-Museums.

19 Uhr: Bankett des S.E.V. und seiner Gäste mit deren Damen und Unterhaltungsabend im Hotel Victoria, St. Moritz-Bad (Tramverbindung).

Montag, den 8. Juli 1929, Exkursionen.

a) Fahrt mit der Berninabahn nach Alp Grüm und ins Puschlav. Besichtigung der Centralen Palü, Cavaglia und Campocologno der Kraftwerke Brusio A.-G. Lunch im Hotel Le Prese.

b) Automobilfahrt nach Soglio im Bergell und zurück; Lunch im Hotel Maloja-Palace.

c) Wahlweise Fahrt mit den Drahtseilbahnen Muottas-Muraigl, St. Moritz-Chantarella und Chantarella-Corviglia.

(Die genauen Zeitangaben für *a)* und *b)* werden später bekannt gegeben.)

Verschiedene Mitteilungen.

I. Von den *Transportanstalten* gewährte Vergünstigungen:

a) Gegen Vorweisung der Festkarte verabfolgt die *Rhätische Bahn* für die Reise nach St. Moritz und zurück am 5. und 6. Juli Sonntagsbillette, deren Gültigkeit ausnahmsweise bis und mit 9. Juli verlängert wird.

b) Die von der *Berninabahn* gewährte Vergünstigung kommt in dem ermässigten Fahrpreis für die Extrafahrt lt. Coupon Nr. 3 der Festkarte zum Ausdruck.

c) In bezug auf die von den *Drahtseilbahnen* gewährten Vergünstigungen siehe die Coupons No. 7, 8 und 9 der Festkarte.

d) Gegen Vorweisung der Festkarte haben die Versammlungsteilnehmer freie Fahrt auf der Trambahn St. Moritz (Postplatz bis St. Moritz-Bad) vom 6. Juli früh bis 8. Juli abends.

II. Lokale Besichtigungen: Vom 6. Juli früh bis 8. Juli abends haben die Versammlungsteilnehmer gegen Vorweisung der Festkarte freien Zutritt zur Zentrale des Elektrizitätswerkes St. Moritz am Innfall (beim Ausfluss des Sees), im Engadiner-Museum (10–12 Uhr, 14[30]–17 Uhr) und im Segantini-Museum (10–12, 14[30]–17 Uhr).

III. Hotels: Mit den Hotels sind für einmaliges Uebernachten mit Frühstück, exkl. Trinkgeld, Spezialpreise vereinbart worden, die in der dem heutigen Bulletin beigelegten Hotelliste enthalten sind.

Das Organisationskomitee behält sich vor, in der Belegung der Hotels Aenderungen an den Anmeldungen eintreten zu lassen.

IV. Die Festkarte wird folgende Coupons enthalten:

Coupon No. 1: Bankett des V.S.E. am Samstag Abend inkl. Café, ohne Wein Fr. 9.–
Coupon No. 2: Bankett des S.E.V. am Sonntag Abend inkl. Café, ohne Wein Fr. 8.–
Coupon No. 3: Fahrt mit Extrazug der Berninabahn bis Campocologno und zurück . . . . Fr. 5.–
Coupon No. 4: Lunch im Hotel Le Prese . . . . Fr. 5.–
Coupon No. 5: Automobilfahrt bis Soglio und zurück . . . . Fr. 20.-
Coupon No. 6: Lunch im Hotel Maloja Palace . . . . Fr. 5.–
Coupon No. 7: Berechtigt zu einmaliger freier Fahrt hin und zurück mit der Drahtseilbahn Muottas-Muraigl.
Coupon No. 8: Berechtigt zu einmaliger freier Fahrt hin und zurück mit der Drahtseilbahn St. Moritz-Chantarella.
Coupon No. 9: Berechtigt zu einmaliger freier Fahrt hin und zurück mit der Drahtseilbahn Chantarella-Corviglia.
Coupon No. 10: Berechtigt zu einmaligem freiem Eintritt in das Engadiner-Museum.
Coupon No. 11: Berechtigt zu einmaligem freiem Eintritt in das Segantini-Museum.

Bemerkung.

Bei den Banketten am 6. und 7. Juli und den Lunchs am 8. Juli sind Garderobegebühren und Trinkgelder im Preise inbegriffen.

V. Die *Bezahlung der Festkarte* hat gleichzeitig mit der *Anmeldung* an das Elektrizitätswerk der Gemeinde St. Moritz, Postcheckkonto X/192, zu erfolgen.

VI. Das *Auskunfts- und Quartierbureau* befindet sich auf dem Postplatz, im Bureau des Elektrizitätswerkes der Gemeinde St. Moritz, im I. Stock; es ist am Samstag von 11–20 Uhr und am Sonntag von 9–15 Uhr geöffnet.

VII. Briefe und Telegramme mit der Zusatzadresse „Versammlungen Elektrizität" werden den Adressaten so rasch wie möglich zugestellt.

Im Namen der Gemeinde St. Moritz,
des Elektrizitätswerkes St. Moritz
und der Vorstände des S.E.V. & V.S.E.:

Generalsekretariat
des S.E.V. und V.S.E.

Schweizerischer Elektrotechnischer Verein

TRAKTANDEN

der 44. (ordentl.) Generalversammlung des S. E. V.

Sonntag, den 7. Juli 1929, 9 Uhr

in St. Moritz, Gemeindesaal.

1. Wahl zweier Stimmenzähler.
2. Protokoll der 43. Generalversammlung vom 17. Juni 1928 in Baden [1]).
3. Genehmigung des Berichtes des Vorstandes über das Geschäftsjahr 1928 [5]); Abnahme der Rechnungen über das Geschäftsjahr 1928 [5]): Vereinsrechnung, Fonds des S. E. V. und Rechnung des Vereinsgebäudes; Bericht der Rechnungsrevisoren und Anträge des Vorstandes.
4. Genehmigung des Berichtes der Technischen Prüfanstalten über das Geschäftsjahr 1928 [2]) und Abnahme der Rechnung der Technischen Prüfanstalten über das Geschäftsjahr 1928 [2]); Bericht der Rechnungsrevisoren und Anträge der Verwaltungskommission; Mitteilungen betr. den Personalfürsorgefonds der Technischen Prüfanstalten.
5. Budgets für 1930 [5]): Verein und Vereinsgebäude, Anträge des Vorstandes.
6. Budget der Technischen Prüfanstalten für 1930 [5]); Anträge der Verwaltungskommission.
7. Festsetzung der Jahresbeiträge der Mitglieder im Jahre 1930, Art. 6 der Statuten; Antrag des Vorstandes.
8. Kenntnisnahme von Bericht und Rechnung der gemeinsamen Geschäftsleitung und des Generalsekretariates des S. E. V. und V. S. E. über das Geschäftsjahr 1928 [3]), genehmigt von der Verwaltungskommission.
9. Kenntnisnahme vom Budget der gemeinsamen Geschäftsleitung und des Generalsekretariates des S. E. V. und V. S. E. für das Jahr 1930 [5]) genehmigt von der Verwaltungskommission.
10. Kenntnisnahme vom Bericht des Comité Electrotechnique Suisse (C. E. S.) über das Geschäftsjahr 1928 [3]).
11. Kenntnisnahme von Bericht und Rechnung der Korrosionskommission über das Geschäftsjahr 1928 und vom Budget für das Jahr 1930 [4]).
12. Kenntnisnahme von Bericht und Rechnung des Comité Suisse de l'Eclairage (C. S. E.) über das Geschäftsjahr 1928 und vom Budget für das Jahr 1929 [4]).
13. Statutarische Wahlen, Art. 11 der Statuten:
    a) Von 3 Mitgliedern des Vorstandes,
    b) Von 2 Rechnungsrevisoren und deren Suppleanten.
14. Ernennung eines Ehrenmitgliedes.
15. Wahl des Ortes für die nächstjährige ordentliche Generalversammlung.
16. Verschiedenes; Anträge von Mitgliedern.
17. Vortrag des Herrn Ingenieur F. Rutgers, Professor an der kgl. Techn. Hochschule in Kairo: „Gegenwärtiger Stand der Elektrifizierung in Aegypten und Aussichten für die Zukunft".
18. Vortrag des Herrn Ingenieur F. Grieb, Baden über die „Mittel zur Verbesserung des cos φ".

Für den Vorstand des S. E. V.:

Der Präsident: (gez.) *J. Chuard.*

Der Generalsekretär: (gez.) *F. Largiadèr.*

---

1) Siehe Bulletin 1928, No. 15.
2) Siehe Bulletin 1929, No. 7.
3) Siehe Bulletin 1929, No 9.
4) Siehe Bulletin 1929, No. 10.
5) Siehe Bulletin 1929, No. 11.

Schweizerischer Elektrotechnischer Verein (S. E. V.).

Bericht
des Vorstandes an die Generalversammlung über das Geschäftsjahr 1928.

Vorstand: *J. Chuard*-Zürich, Präsident; *A. Zaruski*-St. Gallen, Vizepräsident; *E. Baumann*-Bern, *A. Calame*-Baden, *H. Egli*-Zürich, *E. Payot*-Basel, *F. Schönenberger*-Oerlikon, Dr. *K. Sulzberger*-Zürich, *A. Waeber*-Fribourg; Generalsekretär: *F. Largiadèr*.

Der Vorstand erledigte seine Geschäfte in drei Sitzungen.

In bezug auf die Tätigkeit und die Abrechnung der *Technischen Prüfanstalten des S. E. V.* im Jahre 1928, die ein sehr wichtiges und ausgedehntes Arbeitsgebiet des S. E. V. beschlagen, verweisen wir auf den Bericht der Verwaltungskommission des S. E. V. und V. S. E. im Bulletin 1929, No. 7, Seite 204 u. ff. Wir möchten an dieser Stelle neuerdings unserer Befriedigung darüber Ausdruck geben, dass dank der fortgesetzten Bemühungen der Delegierten und der Oberingenieure, verbunden mit der Besserung der wirtschaftlichen Verhältnisse unseres Landes im allgemeinen, auch im vergangenen Jahre die finanzielle Lage der Technischen Prüfanstalten sich gebessert hat.

Die Behandlung der Fragen vorwiegend wirtschaftlicher Natur, welche die Elektrizitätswerke interessieren, die alle auch Mitglieder des S. E. V. sind, kommt im Jahresbericht des Vorstandes V. S. E. im vorliegenden Bulletin zum Ausdruck.

Der S. E. V. hat im Berichtsjahre am 17. Juni in Baden eine ordentliche Generalversammlung abgehalten. Ueber den allgemeinen Verlauf der Jahresversammlung berichtete das Bulletin No. 15, Seite 495 u. ff.; das Protokoll ist den Mitgliedern durch dasselbe Bulletin, Seite 503 u. ff., zur Kenntnis gebracht worden.

Kommissionen des S. E. V.

1. Das *Comité Electrotechnique Suisse, C. E. S.* (Landeskomitee der «Commission Electrotechnique Internationale», C. E. I.), Vorsitzender: Hr. Dr. h. c. E. Huber-Stockar, Zürich, berichtet über seine Tätigkeit im Jahre 1928 im Bulletin 1929, No. 9, Seite 279 u. ff.

2. *Comité Suisse de l'Eclairage, C. S. E.* (Landeskomitee der «Commission Internationale de l'Eclairage», C. I. E.). In diesem von Hrn. Direktor A. Filliol, Genf, präsidierten Komitee sind neben dem S. E. V. der Verband Schweiz. Elektrizitätswerke, das Eidgenössische Amt für Mass und Gewicht, der Schweiz. Ingenieur- und Architektenverein und der Schweiz. Verein von Gas- und Wasserfachmännern vertreten. Wir verweisen auf den Bericht über die Tätigkeit des Komitees im Jahre 1928, der im Bulletin 1929, No. 10, Seite 315 u. ff. wiedergegeben ist.

3. *Schweiz. Nationalkomitee für die Conférence internationale des Grands Réseaux électriques à haute tension.* Vorsitzender: Hr. Direktor *P. Perrochet, Basel.* Das Schweizerische Nationalkomitee hat im Jahre 1928 keine Sitzung abgehalten. Sein Präsident hat aber schriftlich und mündlich mit den übrigen Komitee-Mitgliedern, mit dem Generalsekretariat des S. E. V. und den schweizerischen Teilnehmern an früheren Pariser Konferenzen, den Kontakt aufrecht erhalten und versucht, neue Interessenten für die Conférence des Grands Réseaux zu gewinnen, wie auch die Abfassung von Berichten im Hinblick auf die im Jahre 1929 stattfindende Session (6. bis 15. Juni) anzuregen. Ein engeres Komitee befasste sich mit der Durchführung einer im Jahre 1927 in Paris beschlossenen internationalen Umfrage über Oelschalter. Dieses Komitee, unter dem Vorsitz des ersten Delegierten des Schweiz. Nationalkomitees «Grands Réseaux», Herrn Direktor Perrochet, stellte zunächst ein ausführliches Rundschreiben auf, welches mit einem Fragebogen im Februar 1928 an etwa 130 Personen, technische Vereine, Elektrizitätswerke und Firmen der elektrotechnischen Industrie Europas und Amerikas versandt wurde. Vom Juli an hatte sodann das Komitee von den Ergebnissen der Enquête Kenntnis zu nehmen, sie zu klassifizieren und daraus einen zusammenfassenden Bericht zu entwerfen, der anlässlich der Session 1929 der Conférence des Grands Réseaux in Paris vorgelegt werden soll. Die Vorbereitung, die Durchführung und die Auswertung einer so umfangreichen Enquête bedeuten eine grosse Arbeit, an welcher alle Mitglieder, die Herren Perrochet, Dutoit, Hug, Dr. Kopeliowitch, Rutgers und Dr. Sulzberger, später auch Herr Puppikofer, regen Anteil nahmen.

Das Schweizerische Nationalkomitee bestand bisher aus den Herren Perrochet, Bauer und Thut; et hat sich im Berichtsjahre durch die Aufnahme eines vierten offiziellen Delegierten des S. E. V., Herrn Ing. *Dutoit*, Betriebsleiter des E. W. Olten-Aarburg, ergänzt, und bezeichnete Herrn *Bourquin*, Ingenieur beim Generalsekretariat des S. E. V., als seinen Sekretär.

4. *Kommission für die Denzler-Stiftung.* Vorsitzender: Hr. Präs. J. Chuard. Für die im Bulletin 1927, No. 6, S. 405 u. ff., ausgeschriebene Preisaufgabe, welche den Ueberstromschutz von Netzen betrifft, ist auf den vorgeschriebenen Termin, den 30. Juni 1928, keine Lösung eingegangen. Es hat deshalb der Vorstand des S. E. V. auf Antrag der Stiftungskommission hin die Preisaufgabe noch einmal ausgeschrieben mit Termin 30. Juni 1930; wir verweisen diesbezüglich auf das Bulletin 1928, No. 20, Seiten 678 und 679.

5. Die *Kommission für Bildungsfragen* und

6. die *Kommission für Gebäudeblitzschutz* haben im Berichtsjahre keine Sitzung abgehalten.

Allen Mitgliedern dieser Kommissionen dankt der Vorstand des S. E. V. herzlich für die im Berichtsjahre in uneigennütziger Weise geleistete Arbeit.

7. In bezug auf die Tätigkeit der vom S. E. V. und V. S. E. *gemeinsam* bestellten Kommissionen, in denen auch im Berichtsjahre das Hauptgewicht unserer Kommissionstätigkeit liegt, und denen auch an dieser Stelle der beste Dank des S. E. V. ausgesprochen sei, verweisen wir auf den Bericht des gemeinsamen General-

sekretariates, der im Bulletin 1929, No. 9, Seite 272 u. ff. abgedruckt ist. Die Tätigkeit dieser Kommissionen ist für den S. E. V. insofern von Bedeutung, als in denselben jeweilen diejenigen vom S. E. V. zu erlassenden Vorschriften, Leitsätze und Normalien beraten werden, welche auch für die Werke von besonderem Interesse sind.

Das *Schweizerische Nationalkomitee der Weltkraftkonferenz* (Vorsitzender: Hr. Dr. *Ed. Tissot,* Basel) hat sich im Berichtsjahre durch Rücktritt der Herren *H. Buchli, A. Calame* und *J. M. Lüchinger* und durch Aufnahme der Herren *J. Cochand,* Direktor der A.-G. Gebr. Sulzer, *M. Kuntschen,* Sektionschef des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft, *A. Meyer,* Direktor der A.-G. Brown, Boveri & Cie. und Dr. *M. Ritter,* Professor der Eidg. Techn. Hochschule, verändert. Seine gegenwärtige Zusammensetzung ist aus dem Jahresheft des S. E. V. 1929, S. 8, ersichtlich.

Das Komitee hat im Berichtsjahre eine Sitzung abgehalten, in welcher es den Jahresbericht pro 1927 und Entwürfe zu Formularen mit beigegebenen Erläuterungen zur Weiterleitung an das Centralbureau in London genehmigte, an Hand welcher eine Statistik über die Wasserkräfte der Erde auf vergleichbarer Basis geschaffen werden soll. Es hat ferner das Programm der 2. Sondertagung der Weltkraftkonferenz, die im Herbst in London stattfand, besprochen und als offizielle Delegierte die Herren Dr. Ed. Tissot, Dir. A. Meyer und H. F. Zangger bezeichnet. Der Erst- und Letztgenannte nahmen ferner an den gleichzeitig stattfindenden Sitzungen des Internationalen Exekutivkomitees der Weltkraftkonferenz teil.

Beziehungen zu Verbänden und Verwaltungen in der Schweiz.

Verband Schweizerischer Elektro-Installationsfirmen (V. S. E. I.). Im Berichtsjahre waren wir nicht in direktem Kontakt mit diesem Verband, da sowohl dieser als auch der S. E. V. ihre diesjährigen Jahresversammlungen in einfacherem Rahmen ohne Einladungen an andere Verbände abwickelten. Dagegen wirken Vertreter dieses Verbandes mit in der Normalienkommission des S. E. V. und V. S. E. bei der Aufstellung der Qualitätsnormalien des S. E. V. Ebenso haben Vertreter mitgewirkt in der Kommission für die Aufstellung der seit 1. Januar 1928 in Kraft befindlichen neuen Hausinstallationsvorschriften. Fragen wirtschaftlicher Natur, wie z. B. diejenige betreffend die Glühlampen, führten indessen zu Verhandlungen zwischen dem V. S. E. und dem Installateurenverband.

Die Korrosionsfrage, über die an anderer Stelle besonders berichtet wird, hat auch im Berichtsjahre zu angenehmen Beziehungen mit der *Obertelegraphendirektion,* dem *Verband Schweizerischer Transportanstalten* und dem *Schweizerischen Verein von Gas- und Wasserfachmännern* geführt.

An unserer Generalversammlung in Baden war die Obertelegraphendirektion durch Hrn. E. Trechsel, Sektionschef, vertreten. Wir waren zur Herbstkonferenz des Verbandes Schweizerischer Transportanstalten in St. Moritz und zur Generalversammlung der Gas- und Wasserfachmänner in Lausanne eingeladen, an der ersteren vertreten durch unsern Generalsekretär, Hrn. Largiadèr, an der zweiten durch Hrn. A. Wæber, Oberingenieur der Entreprises Electriques Fribourgeoises.

Mit dem *Schweizerischen Ingenieur- und Architektenverein* (S. I. A.) stehen wir dadurch, dass er auch im Comité Suisse de l'Eclairage vertreten ist, in fortlaufender regelmässiger Beziehung.

Beim *Schweizerischen Handels- und Industrieverein,* mit Vorort in Zürich, dessen Mitglieder der S. E. V. und der V. S. E. sind, hat das Generalsekretariat übungsgemäss an dessen allgemeinem Bericht mitgewirkt durch Redaktion des Abschnittes über Produktion und Verteilung der elektrischen Energie. Anderseits wird das Generalsekretariat stets über die Arbeiten dieser Körperschaft auf dem laufenden gehalten durch den Eingang ihrer sämtlichen Berichte, Zirkulare, Protokolle der Delegiertenversammlungen, der Sitzungen der Schweizerischen Handelskammer usw., die damit allen Mitgliedern des S. E. V. zur Verfügung stehen. An der ordentlichen Delegiertenversammlung in Zürich waren der S. E. V. durch seinen Generalsekretär und der V. S. E. durch seinen wirtschaftlichen Sekretär vertreten.

Das Berichtsjahr brachte eine rege Zusammenarbeit vom S. E. V. mit dem Normenbureau der *Schweizerischen Normenvereinigung,* deren Mitglied der S. E. V. ist. Das Normenbureau als nationale Zentralstelle für die Normung hat den S. E. V. wiederholt über ausländische Arbeiten orientiert und ihm unter anderm auch ausländische Normen verschafft.

An den Sitzungen der Normalienkommission des S. E. V. und V. S. E. war das Bureau der SNV wiederholt vertreten bei den Verhandlungen über Stecker und Schalter. Umgekehrt hat sich der S. E. V. stets vertreten lassen an den Sitzungen des Normenbureaus, soweit es sich um die Festlegung der Steckermasse handelte. Die Festlegung der Steckermasse steht in engem Zusammenhang mit den S. E. V.-Normalien über Stecker und Schalter, weil der S. E. V. die SNV-Normen über die Abmessungen als integrierenden Bestandteil seiner Normen erklären will. Diese Arbeit erforderte viele Versuche von seiten der Firmen und von seiten des S. E. V.

Beziehungen zu befreundeten Verbänden im Auslande.

Es sind im Berichtsjahre dem S. E. V. Einladungen zur Teilnahme an folgenden Jahresversammlungen zugekommen: Vom Verband Deutscher Elektrotechniker in Berlin, der Vereinigung der Elektrizitätswerke in Wien, dem Tschechoslovakischen Elektrotechnischen Verein in Brünn und der Associazione Elettrotecnica Italiana in Genua. Der Grund, auf die Entsendung einer Delegation zu diesen Versammlungen zu verzichten, lag zunächst darin, dass der S. E. V., in der Absicht, seine eigene Versammlung möglichst einfach durchzuführen, ausnahmsweise keine Einladungen an befreundete Verbände ergehen liess.

Ausserdem fielen einzelne der Veranstaltungen zeitlich mit unserer Jahresversammlung zusammen; bei andern ging die Einladung so kurz vor der Abhaltung ein, dass es ohnehin nicht mehr möglich gewesen wäre, eine Delegation zu bezeichnen.

Mutationen. Die Mitgliederbewegung des S. E. V. zeigt folgendes Bild:

	Ehren-mitglied.	Sonstige Einzel-Mitglied.	Jung-Mitglieder	Kollektiv-Mitglieder	Total
Stand am 1. Januar 1928	7	1101	25	735	1868
Austritte resp. Abgang durch Tod im Berichtsjahr . .	—	44	—	20	64
	7	1057	25	715	1804
Eintritte im Jahre 1928	—	99	31	12	142
Uebertritt von Jungmitgliedern zur Einzelmitgliedschaft	—	+14	-14	—	—
Stand am 31. Dezember 1928 . .	7	1170	42	727	1946

Finanzielles. Die nachstehend zum Abdruck gebrachte Vereinsrechnung zeigt bei Franken 87 510.67 Einnahmen, wobei der Saldovortrag vom Vorjahre (Fr. 2597.47) inbegriffen ist, und Fr. 81 166.67 Ausgaben einen Einnahmenüberschuss von Fr. 6344.—. Wir beantragen, Fr. 5000.— für vermehrte Amortisation am Vereinsgebäude zu verwenden und Fr. 1344.— auf neue Rechnung vorzutragen. Die Bilanzsumme auf 31. Dezember 1928 beträgt Fr. 241 270.21.

Anschliessend an die Vereinsrechnung ist die Betriebsrechnung des *Vereinsgebäudes* dargestellt, mit einer besonderen Bilanz für dieses. Diese Rechnung zeigt bei Fr. 70 208.81 Einnahmen, wobei der Saldovortrag vom Vorjahre (Fr. 3625.96) inbegriffen ist, und Fr. 63 866.85 Ausgaben einen Einnahmenüberschuss von Fr. 6341.96. Die Bilanzsumme auf 31. Dezember 1928 beträgt Fr. 1 178 408.96. Gemäss Beschluss des Vorstandes vom 9. Mai 1925 verzinst die Vereinsrechnung des S. E. V. dem Vereinsgebäude die Einzahlungen à fonds perdu (Fr. 49 950.—) zu 4 % und die übrigen Gelder zu demjenigen Ansatz, den ihm die Bank vergütet.

Wir beantragen, vom Einnahmenüberschuss Fr. 5000.— für vermehrte Amortisation zu verwenden und Fr. 1341.96 auf neue Rechnung vorzutragen.

Die von der Vereinsrechnung getrennt verwalteten Fonds des S. E. V., der Studienkommissions-Fonds und der Denzler-Fonds, stellen sich laut heutigem Bulletin, Seite 348, wie folgt:

	Dezember 1928 Fr.	Dezember 1927 Fr.	Zuwachs Fr.
Studienkommissions-Fonds	4 642.65	4 351.55	291.10
Denzler-Fonds	37 293.85	35 577.75	1 716.10

Der Denzler-Fonds ist auch im Berichtsjahre noch nicht in Anspruch genommen worden.

Zürich, den 21. März 1929.

Für den Vorstand
des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins,

Der Präsident: (gez.) *J. Chuard.* Der Generalsekretär: (gez.) *F. Largiadèr.*

S. E. V.

Betriebsrechnung über das Geschäftsjahr 1928.

		Budget Fr.	Rechnung Fr.
Einnahmen:			
Saldo vom Vorjahre		—	2 597.47
Mitgliederbeiträge		65 000.—	70 007.45
Aktivzinsen	Fr. 9 319.40		
Passivzinsen	„ 4 413.65	4 500.—	4 905.75
Beitrag der Schweiz. Unfallversicherungsanstalt in Luzern		10 000.—	10 000.—
		79 500.—	87 510.67
Ausgaben:			
Mitgliedschaftsbeiträge an andere Vereinigungen		3 600.—	3 680.—
Ordentlicher Beitrag an das Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E.		59 500.—	59 500.—
Beitrag an die Betriebskosten der Materialprüfanstalt		10 000.—	10 000.—
Steuern, inkl. diejenigen für die Technischen Prüfanstalten		1 600.—	2 643.05
Diverses und Unvorhergesehenes		4 800.—	5 343.62
Einnahmen-Ueberschuss		—	6 344.—
		79 500.—	87 510.67

Bilanz auf 31. Dezember 1928.

Aktiven:		Fr.	*Passiven:*		Fr.
Wertschriften:	Fr.		Kapital		73 588.52
Wert am 31. Dez. 1927	128 960.–		Rückstellung für Kursdifferenzen auf Wertschriften		1 999.—
Kursdifferenz . . .	1 180.–	130 140.–	Kreditoren:	Fr.	
Debitoren		22 092.90	V. S. E.	20 000.–	
Bank:			Vereinsgebäude . .	108 408.96	
Kontokorrent-Verkehr	43 697.50		Generalsekretariat .	6 022.94	
3 Monatsdepot . . .	40 000.–	83 697.50	Diverse	24 906.79	159 338.69
Postcheck		5 115.58	Gewinn- und Verlustkonto:		
Kasse		224.23	Saldo laut Betriebsrechnung .		6 344.–
Kautions-Effekten .	10 000.–		Kautionen	10 000.–	
		241 270.21			241 270.21

Studienkommissions-Fonds.

			Fr.
		Einnahmen:	
1928	Januar 1.	Saldo-Vortrag	4351.55
	Dez. 31.	Zinsen	193.10
		Kursdifferenz auf Wertschriften	100.—
			4 644.65
		Ausgaben:	
	Dezember 31.	Bankspesen	2.–
		Bestand am 31. Dezember 1928	4 642.65

Denzler-Fonds.

			Fr.
		Einnahmen:	
1928	Januar 1.	Saldo-Vortrag	35 577.75
	Dez. 31.	Zinsen	1 601.30
		Kursdifferenz auf Wertschriften	130.–
			37 309.05
		Ausgaben:	
	Dez. 31.	Bankspesen	15.20
		Bestand am 31. Dezember 1928	37 293.85

Vereinsgebäude des S.E.V.

Betriebsrechnung über das Geschäftsjahr 1928.

	Budget Fr.	Rechnung Fr.
Einnahmen:		
Saldo vom Vorjahre	–	3 625.96
Miete vom Generalsekretariat	10 500.–	10 500.–
Miete vom Starkstrominspektorat	11 250.–	11 250.–
Miete von der Materialprüfanstalt	20 000.–	20 000.–
Miete von der Eichstätte	18 700.–	18 700.–
Miete vom Hauswart	1 000.–	1 000.–
Miete von der Telephonverwaltung	2 200.–	2 200.–
Zins vom S.E.V. im Kontokorrent-Verkehr und von den Einzahlungen à fonds perdu	2 600.–	2 932.85
	66 250.–	70 208.81
Ausgaben:		
Verzinsung der I. Hypothek bei der Zürcher Kantonalbank	24 412.50	24 281.25
Verzinsung der 3% Obligationen	8 880.–	8 880.–
Verzinsung der 5% Obligationen	13 035.–	13 030.–
Brand- und Haushaftpflicht-Versicherung	650.–	639.10
Gebühren:		
Liegenschaftensteuer, Kehrichtabfuhr, Kübelgebühr, Schlammsammlergebühr, Wasserzins	1 200.–	1 188.–
Einlage in den Amortisationskonto	12 000.–	12 000.–
Unterhalt von Gebäude und Liegenschaft, Ergänzungsarbeiten, Vertrag mit der Obligationen-Treuhänderin; Diverses	6 072.50	3 848.50
Einnahmenüberschuss, inkl. Saldo vom Vorjahre	–	6 341.96
	66 250.–	70 208.81

Bilanz auf 31. Dezember 1928.

Aktiven:	Fr.	*Passiven:*	Fr.
Gebäude mit Zubehör	1 070 000.–	Amortisationen	91 650.–
Guthaben laut S.E.V.-Bilanz	108 408.96	Beiträge à fonds perdu	49 950.–
		Hypothek der Zürcher Kantonalbank	460 000.–
		3% Hypothekar-Obligationen	296 000.–
		5% Hypothekar-Obligationen	260 600.–
		Verfallene Oblig.-Coupons	13 867.–
		Saldo laut Betriebsrechnung	6 341.96
	1 178 408.96		1 178 408.96

S.E.V.

Budget für das Jahr 1930.

	Fr.
Einnahmen:	
Mitgliedschaftsbeiträge	70 000.–
Zinsen (nach Abzug der Passivzinsen)	5 000.–
Beitrag der Schweiz. Unfallversicherungsanstalt in Luzern	10 000.–
	85 000.–
Ausgaben:	
Mitgliedschaftsbeiträge an andere Vereinigungen	3 600.–
Ordentlicher Beitrag an das Generalsekretariat des S.E.V. und V.S.E.	61 000.–
Beitrag an die Betriebskosten der Materialprüfanstalt	10 000.–
Steuern, inkl. diejenigen für die Technischen Prüfanstalten	3 000.–
Diverses und Unvorhergesehenes	7 400.–
	85 000.–

Vereinsgebäude des S. E. V.

Betriebsbudget für das Jahr 1930.

Investiertes Kapital:

I. Hypothek von der Zürcher Kantonalbank	Fr.	455 000.–
3% Obligationen	"	296 000.–
5% Obligationen	"	260 600.–
Uebrige Kapitalien	"	58 400.–
Total	Fr.	1 070 000.–

	Fr.
Einnahmen:	
Miete vom Generalsekretariat	10 500.–
Miete vom Starkstrominspektorat	11 250.–
Miete von der Materialprüfanstalt	21 600.–
Miete von der Eichstätte	17 100.–
Miete vom Hauswart	1 000.–
Miete von der Telephonverwaltung	2 200.–
Zins vom S. E. V. im Konto-Korrent-Verkehr und von den Einzahlungen à fonds perdu	2 850.–
	66 500.–
Ausgaben:	
Verzinsung der I. Hypothek, 5¼%	23 887.50
Verzinsung der 3% Obligationen	8 880.–
Verzinsung der 5% Obligationen	13 030.–
Gebühren:	
Brand- und Haushaftpflicht-Versicherung	650.–
Liegenschaftensteuer, Kehrichtabfuhr und Schlammsammlergebühr, Wasserzins	1 200.–
Einlagen in den Amortisationskonto	12 000.–
Unterhalt von Gebäude und Liegenschaft, kleinere bauliche Ergänzungen, Vertrag mit der Obligationen-Treuhänderin, Diverses und Unvorhergesehenes	6 852.50
	66 500.–

Technische Prüfanstalten des S. E. V.

Budget pro 1930.

	Total	Starkstrom-inspektorat	Material-prüfanstalt	Eichstätte
Einnahmen.				
Abonnemente:				
a) Elektrizitätswerke	133 000.—	100 000.—	3 000.—	30 000.—
b) Einzelanlagen	78 000.—	78 000.—	—	—
Prüfgebühren, Reparaturen und Expertisen	216 500.—	500.—	84 000.—	132 000.—
Einkaufsabteilung des V. S. E.	30 000.—	—	30 000.—	—
Subventionen	24 000.—	—	24 000.—	—
Vertragliche Leistung des Bundes an das Starkstrominspektorat	90 000.—	90 000.—	—	—
Diverse Einnahmen	9 500.—	500.—	6 000.—	3 000.—
Total Fr.	581 000.—	269 000.—	147 000.—	165 000.—

	Total	Starkstrominspektorat	Materialprüfanstalt	Eichstätte
Ausgaben.				
Entschädigung an das Generalsekretariat	16 000.—	7 000.—	3 600.—	5 400.—
Gehälter und Löhne	349 400.—	176 000.—	75 000.—	98 400.—
Reisespesen	44 400.—	42 000.—	1 200.—	1 200.—
Versicherungen, Pensionskasse	29 400.—	13 500.—	7 500.—	8 400.—
Lokalmiete	51 700.—	13 000.—	21 600.—	17 100.—
Sonstige Lokalunkosten (Beleuchtung, Heizung, Reinigung)	9 000.—	3 000.—	3 300.—	2 700.—
Betriebsstrom	6 900.—	—	4 200.—	2 700.—
Materialien	13 200.—	—	6 600.—	6 600.—
Bureauunkosten	20 900.—	12 500.—	3 600.—	4 800.—
Div. Unkosten (Reparaturen, Werkzeugersatz, kl. Anschaffungen etc.)	12 600.—	—	4 500.—	8 100.—
Mobiliar, Werkzeuge, Instrumente[1]	14 900.—	2 000.—	8 100.—	4 800.—
Zinsen	300.—	—	300.—	—
Einlage in den Erneuerungsfonds	12 300.—	—	7 500.—	4 800.—
Total Fr.	581 000.—	269 000.—	147 000.—	165 000.—

[1]) Bei M.P. und Eichstätte nur Abschreibungen.

Anträge des Vorstandes des S. E. V. an die Generalversammlung am 7. Juli 1929 in St. Moritz.

Zu Traktandum 2:

Das Protokoll der 43. Generalversammlung vom 17. Juni 1928 in Baden (siehe Bulletin 1928, No. 15, Seite 503) wird genehmigt.

Zu Traktandum 3:

a) Der Bericht des Vorstandes (Seite 345) [1]) und die Rechnung des S. E. V. über das Geschäftsjahr 1928 (Seite 347), die Abrechnung über den Denzler- und den Studienkommissionsfonds (Seite 348), die Betriebsrechnung des Vereinsgebäudes pro 1928 und dessen Bilanz auf 31. Dezember 1928 (Seite 349) werden genehmigt unter Entlastung des Vorstandes.

b) Der Einnahmenüberschuss der Vereinsrechnung von Fr. 6344.— wird wie folgt verwendet: Fr. 5000.— Zuweisung an den Amortisationskonto des Vereinsgebäudes und Franken 1344.— Vortrag auf neue Rechnung.

c) Vom Einnahmenüberschuss der Rechnung des Vereinsgebäudes von Fr. 6341.96 werden Fr. 5000.— dem Amortisationskonto überwiesen und Fr. 1341.96 auf neue Rechnung vorgetragen.

Zu Traktandum 4:

a) Der Bericht der Technischen Prüfanstalten des S. E. V. über das Jahr 1928 (siehe Bulletin 1929, No. 7, Seite 204 ff.), erstattet durch die Verwaltungskommission, sowie die Rechnung pro 1928 und die Bilanz auf 31. Dezember 1928 (siehe Bulletin 1929, No. 7, Seite 214 und 215) werden genehmigt, unter Entlastung der Verwaltungskommission.

b) Der Einnahmenüberschuss von Fr. 2081.43 wird, mit dem Saldo vom Vorjahre, auf neue Rechnung vorgetragen.

[1]) Wo keine Bulletinnummer angegeben ist, beziehen sich die in Klammer gesetzten Seitenangaben auf die vorliegende No. 11 des Bulletin 1929.

Zu Traktandum 5:

Das Budget des S. E. V. (Seite 349) und dasjenige des Vereinsgebäudes (Seite 350) für 1930 werden genehmigt.

Zu Traktandum 6:

Das Budget der Technischen Prüfanstalten für 1930 (Seite 350 und 351) wird genehmigt

Zu Traktandum 7:

Für das Jahr 1930 werden gemäss Art. 6 der Statuten die Mitgliederbeiträge wie folgt festgesetzt (wie pro 1929):

I. Einzelmitglieder . . . . . Fr. 15.—

II. Jungmitglieder . . . . . » 9.—

III. Kollektivmitglieder, bei einem investierten Kapital

	Fr.		Fr.	Fr.
		bis	50 000.—	30.—
von	50 000.—	»	250 000.—	45.—
»	250 000.—	»	1 000 000.—	85.—
»	1 000 000.—	»	5 000 000.—	150.—
»	5 000 000.—	»	10 000 000.—	250.—
		über	10 000 000.—	350.—

Zu Traktandum 8:

Von Bericht und Rechnung des gemeinsamen Generalsekretariates über das Geschäftsjahr 1928 (siehe Bulletin 1929, No. 9, Seite 272), genehmigt von der Verwaltungskommission, wird Kenntnis genommen.

Zu Traktandum 9:

Vom Budget des gemeinsamen Generalsekretariates für 1930 (Seite 352), genehmigt von der Verwaltungskommission, wird Kenntnis genommen.

Zu Traktandum 10:

Vom Bericht des Comité Electrotechnique Suisse (C. E. S.) über das Geschäftsjahr 1928 (siehe Bulletin 1929, No. 9, Seite 279 ff.) wird Kenntnis genommen.

Zu Traktandum 11:

Von Bericht und Rechnung der permanenten Korrosionskommission über das Geschäftsjahr 1928 und vom Budget 1930 (siehe Bulletin 1929, No. 10, Seite 311 ff.) wird Kenntnis genommen.

Zu Traktandum 12:

Von Bericht und Rechnung des Comité Suisse de l'Eclairage (C. S. E.) über das Geschäftsjahr 1928 und vom Budget 1929 (siehe Bulletin 1929, No. 10, Seite 315 ff.) wird Kenntnis genommen.

Zu Traktandum 13:

a) Wahl von 3 Mitgliedern des Vorstandes; gemäss Art. 14 der Statuten kommen auf Ende 1929 folgende Vorstandsmitglieder des S. E. V. in Erneuerungswahl:

Herr Oberingenieur *A. Calame,* Baden;
Herr Dr. *K. Sulzberger,* Zürich;
Herr Direktor *A. Zaruski,* St. Gallen.

Diese Herren stellen sich neuerdings zur Verfügung.

b) Wahl von zwei Rechnungsrevisoren und deren Suppleanten: Der Vorstand schlägt vor, die bisherigen Revisoren, die Herren Dr. *G. A. Borel,* Cortaillod, und Generalsekretär *J. E. Weber,* Baden, sowie die bisherigen Suppleanten, die Herren Direktor *A. Pillonel,* Lausanne, und Direktor *Ul. Winterhalter,* Zürich, wieder zu wählen.

Bericht und Antrag der Rechnungsrevisoren des S. E. V. an die Generalversammlung vom 7. Juli 1929 in St. Moritz. Entsprechend dem uns von der Generalversammlung des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins in Baden erteilten Auftrage haben wir heute die vorliegenden Jahresrechnungen des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins und dessen Institutionen, abgeschlossen per 31. Dezember 1928, einer Prüfung unterzogen. Wir konnten uns dabei auf einen sehr eingehenden Kontrollbericht der Schweizerischen Treuhand-Gesellschaft stützen und es waren uns im besondern die klaren und ausführlichen Auskünfte des Rechnungsstellers, Herrn Rüegg, sehr wertvoll. Die in den Betriebsrechnungen und in der Bilanz ausgewiesenen Posten haben wir mit den Büchereintragungen verglichen und allseitige Uebereinstimmung festgestellt. Die Wertschriften-Verzeichnisse haben wir durch Depotscheine ausgewiesen gefunden.

Sämtliche Rechnungen sind in bester Ordnung geführt und wir beantragen der Generalversammlung deren Genehmigung, unter Verdankung an den Rechnungsführer und Decharge-erteilung an den Vorstand.

Zürich, den 7. Mai 1929.

(gez.) Dr. *G. A. Borel.*
(gez.) *J. Eugen Weber.*

Gemeinsame Geschäftsführung und Generalsekretariat des S.E.V. u. V.S.E.

Budget für das Jahr 1930.

	Fr.
Einnahmen:	
Ordentlicher Beitrag:	
a) vom S.E.V.	61 000.–
b) vom V.S.E.	61 000.–
Entschädigung der Technischen Prüfanstalten des S.E.V. für die Führung von Buchhaltung und Kasse	16 000.–
Entschädigung der Einkaufsabteilung des V.S.E. für die Geschäftsführung, inkl. Buchhaltung und Kasse	10 000.–
Entschädigung der Pensionskasse Schweizerischer Elektrizitätswerke für die Geschäftsführung	10 500.–
Verkauf von Publikationen	19 000.–
Bulletin mit Jahresheft	6 000.–
Statistik der Elektrizitätswerke	1 500.–
Beitrag des V.S.E. an den Druck der Statistik	3 000.–
Bezahlte Auftragsarbeiten	18 000.–
	206 000.–
Ausgaben:	
Allgemeine Verwaltungskosten	13 000.–
Personalkosten (Gehälter)	115 000.–
Reisekosten des Personals	4 000.–
Pensionskasse, Versicherungen	8 200.–
Bezahlung von Mitarbeitern	2 000.–
Lokalmiete	10 500.–
Sonstige Lokalunkosten (Beleuchtung, Heizung, Reinigung, Reparaturen)	3 000.–
Mobiliar	400.–
Bureau-Unkosten (Bureaumaterial, Porti, Telephon usw.)	10 000.–
Gebrauchsdrucksachen	1 500.–
Herstellung verkäuflicher Publikationen	10 000.–
Bulletin mit Jahresheft	19 000.–
Statistik der Elektrizitätswerke	3 000.–
Bibliothek	600.–
Vergütung an die Technischen Prüfanstalten des S.E.V. für Versuche und für Sonderarbeiten	4 500.–
Diverses und Unvorhergesehenes	1 300.–
	206 000.–

Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke.

TRAKTANDEN
der 37. (ordentl.) Generalversammlung des V.S.E.

Samstag, den 6. Juli 1929, 15 Uhr
in St. Moritz, Gemeindesaal.

1. Wahl zweier Stimmenzähler.
2. Protokoll der 36. Generalversammlung vom 16. Juni 1928 in Baden[1]).
3. Genehmigung des Berichtes des Vorstandes über das Geschäftsjahr 1928[3]).
4. Abnahme der Verbandsrechnung über das Geschäftsjahr 1928[3]); Bericht der Rechnungsrevisoren und Anträge des Vorstandes.
5. Genehmigung des Berichtes der Einkaufsabteilung über das Geschäftsjahr 1928[3]).
6. Abnahme der Rechnung der Einkaufsabteilung über das Geschäftsjahr 1928[3]); Bericht der Rechnungsrevisoren und Anträge des Vorstandes.
7. Budget des V.S.E. pro 1930[3]); Antrag des Vorstandes.
8. Budget der Einkaufsabteilung für 1930[3]); Antrag des Vorstandes.
9. Festsetzung der Jahresbeiträge der Mitglieder im Jahre 1930, Art. 6 der Statuten; Antrag des Vorstandes.
10. Kenntnisnahme von Bericht und Rechnung der gemeinsamen Geschäftsleitung und des Generalsekretariates des S.E.V. und V.S.E. über das Geschäftsjahr 1928[2]), genehmigt von der Verwaltungskommission.
11. Kenntnisnahme vom Budget der gemeinsamen Geschäftsleitung und des Generalsekretariates des S.E.V. und V.S.E. für das Jahr 1930[3]), genehmigt von der Verwaltungskommission.
12. Kenntnisnahme von Bericht und Rechnung des Comité Suisse de l'Eclairage (C.S.E.) über das Geschäftsjahr 1928 und vom Budget für das Jahr 1929[3]).
13. Statutarische Wahlen:
    a) von 3 Mitgliedern des Vorstandes,
    b) von 2 Rechnungsrevisoren und deren Suppleanten.
14. Wahl des Ortes für die nächstjährige ordentliche Generalversammlung.
15. Verschiedenes; Anträge von Mitgliedern.
16. Vortrag mit Lichtbildern des Herrn W. G. Noack, Oberingenieur der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden, über: „Hydraulische Anlagen und thermische Anlagen in der Schweiz".
17. Vortrag mit Lichtbildern des Herrn Dr. ing. E. Jacob, Stuttgart, über: „Simultanbetrieb von Dreiphasen- und Einphasen-Anlagen durch Stromüberlagerung auf gemeinschaftlichen Linien".
18. Diplomierung der Jubilare.

Für den Vorstand des V.S.E.:

Der Präsident:	Der Generalsekretär:
(gez.) *F. Ringwald.*	(gez.) *F. Largiadèr.*

[1]) Siehe Bulletin 1928, No. 15.
[2]) Siehe Bulletin 1929, No. 9.
[3]) Siehe Bulletin 1929, No. 11.

Vorstand des V. S. E.

—

Bericht
an die Generalversammlung
über das Geschäftsjahr 1928.

—

Der Vorstand war im Jahre 1928 folgendermassen zusammengesetzt:

Dir. *Ringwald*-Luzern, Dir. *Andreoni*-Lugano, Dir. *Bertschinger*-Zürich, Dir. *Geiser*-Schaffhausen, Dir. *Keller*-Bern (an Stelle des verstorbenen Dir. *Cagianut*-Bern), Dir. *de Montmollin*-Lausanne, Dir. *Nicole*-Lausanne, Ing. *Niesz*-Baden, Dir. *Trüb*-Zürich; Generalsekretär: *F. Largiadèr;* wirtschaftlicher Sekretär: *O. Ganguillet.*

Ueber die Generalversammlung vom 16. Juni 1928 in Baden ist im Bulletin No. 15, S. 495 u. ff., berichtet worden. An Stelle des verstorbenen Hrn. N. Cagianut hat die Generalversammlung Herrn *P. Keller,* Direktor der Bernischen Kraftwerke, Bern, in den Vorstand gewählt.

Was wir letztes Jahr über die Entwicklung der *Energiewirtschaft* im Jahre 1927 sagten, gilt auch für das Jahr 1928. Die Fortschritte im Absatz waren im allgemeinen befriedigend, und dank der vermehrten Verbreitung der Wärmeapparate, insbesondere der Heisswasserspeicher, war die Ausnützung der Disponibilität eine sehr gute. Die Produktionsstatistik der Werke von mehr als 1000 kW Leistung zeigt im Vergleiche zum Jahre 1927 eine Zunahme in der ausgenützten Energie von 3076 auf 3361 Millionen kWh, d. h. von ca. 9,2 %, wobei allerdings zu bemerken ist, dass die Zunahme im Export 10,3 %, in der Abgabe an die schweizerische Kundschaft zu Bedürfniszwecken 6,5 %, in der Abgabe von inkonstanter Energie an die schweizerische Kundschaft zu Abfallpreisen 29,2 % betragen hat.

Das Verhältnis der ausgenützten Energie zu derjenigen, die hätte produziert werden können, ist von 77 % auf 82 % gestiegen. Neu in Betrieb gesetzt wurden im Berichtsjahre die Werke von Cavaglia und Palü. An den Anlagen von Ryburg-Schwörstadt und bei den Kraftwerken Oberhasli ist sehr intensiv gearbeitet worden; im Kraftwerk Handeck ist im Januar 1929 die erste Maschineneinheit in Betrieb genommen worden.

Wenn man die Geschäftsberichte der grösseren Kraftwerke liest, so konstatiert man, dass vielfach von *Preisreduktionen* berichtet wird. Der mittlere Ertrag pro erzeugte kWh hat in den letzten Jahren stetig abgenommen. Es ist dies allerdings eine Folge nicht nur des Preisabbaues, sondern auch der Tatsache, dass die Abgabe an billigem Nachtstrom intensiver zugenommen hat als die Abgabe an besser bezahltem Tagesstrom. Bei den 12 grössten städtischen Werken ist der mittlere Ertrag pro erzeugte kWh von 1922 bis 1927 von 12,9 Cts. auf 10,7 Cts. gesunken. Bei der Gruppe der wichtigsten Wiederverkäufer ist der mittlere Ertrag in ganz ähnlichen Verhältnissen zurückgegangen (von 7,8 auf 6,9). Der stetige Rückgang in den Verkaufspreisen ist wohl der beste Beweis, dass den Interessen der Konsumenten von den Werken weitgehend Rechnung getragen wurde. Zur Verbilligung der Energie nehmen die Werke bedeutende Abschreibungen vor, was wiederum im wohlverstandenen Interesse der Konsumenten liegt.

In der erwähnten Gruppe der städtischen Werke ist in der Periode von 1922 auf 1927 die jährliche *Energieabgabe* um 50 % gestiegen. Die Neuinvestierungen und die Abschreibungen und Rückzahlungen haben sich mit 68 Millionen das Gleichgewicht gehalten. In der Gruppe der grössern Wiederverkäuferunternehmungen ist in demselben Zeitraum die Energieabgabe um 58 % gestiegen, und trotz bedeutender notwendig gewordener Verstärkung der Verteilanlagen ist dank der reichlichen Amortisation das zu verzinsende Kapital prozentual weniger gestiegen als der Energieumsatz.

Aehnlich wie 1925 an der Schweiz. Landwirtschaftlichen Ausstellung haben die Elektrizitätswerke sich im Herbst 1928 an der *Schweiz. Ausstellung für Frauenarbeit* in Bern («Saffa») beteiligt. Es wurde vom V. S. E. eine besondere Kommission gewählt, welche im Benehmen mit den beiden grossen bernischen Elektrizitätsunternehmungen, den Bernischen Kraftwerken und dem Städtischen Elektrizitätswerk, Bern, ein Programm ausgearbeitet hat. Zur Erstellung einer imposanten Elektrizitätshalle haben die Werke mit Subventionen im Gesamtbetrage von Fr. 78 000.— beigesteuert. Die beiden schon erwähnten Elektrizitätswerke haben überdies die Rolle der Geschäftsstelle übernommen und als solche eine ganz bedeutende Arbeit auf sich genommen. Der Erfolg war der aufgewandten Mühe entsprechend und ist in der ganzen Schweiz gebührend gewürdigt worden. Für ein kleines Defizit wird der V. S. E. voraussichtlich aufzukommen haben. Eine eingehende Beschreibung der Ausstellung ist im Bulletin 1928, No. 19, enthalten. Ueberdies sind im Bulletin No. 23 die sehr interessanten Zahlen zu lesen, welche von unserem Sekretariat gesammelt und hinsichtlich Kosten und Verbreitung der elektrischen Energie in den schweizerischen Haushaltungen bei Anlass der «Saffa» zusammengestellt worden sind.

Versammlungen und Konferenzen.

Ausser den Vorträgen, welchen die Mitglieder des Verbandes an der Generalversammlung in Baden beigewohnt haben und über welche im Bulletin berichtet wurde, ist hier die Konferenz zu erwähnen, welche im November in Olten stattgefunden und wo die Leiter der grössern Hochspannungsbetriebe Gelegenheit hatten, ihre Erfahrungen mit Hochspannungsisolatoren auf festen Stützen mit Transformatorenschutz nach Buchholz und über dringende Reparaturen auf Hochspannungslinien auszutauschen. Die rege Teilnahme an der Diskussion hat bewiesen, dass es angezeigt ist, derartige Zusammenkünfte auch weiterhin zu veranstalten.

Einige Mitglieder des V. S. E. haben am Kongress der «Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'énergie électrique»

(U. I. P. D.) teilgenommen, welcher im Juli in Paris stattgefunden hat. Schweizerischerseits sind Berichte eingereicht worden von den Herren Wæber-Fribourg, Nissen-Zürich, Ganguillet-Zürich und Burri-Zürich. Ein Bericht über diesen Kongress ist im Bulletin 1928, No. 16, Seite 537, erschienen. Im Vorstande der U. I. P. D. ist die Schweiz durch die Herren Abrezol-Lausanne und Niesz-Baden vertreten.

Eidgenössische Elektrizitäts-Gesetzgebung.

Die Diskussion über eine solche ist bis jetzt nicht wieder aufgeworfen worden. In einer kürzlich erschienenen, überaus interessanten Schrift von Hrn. Dr. O. Hulftegger, betitelt «Die Tätigkeit der öffentlichen Gemeinwesen der Schweiz auf wirtschaftlichem Gebiet», wird deutlich gezeigt, dass die Elektrizitätswirtschaft bei uns schon zum allergrössten Teile in den Händen der Kantone und Gemeinden liegt und dass daher die Interessen der Oeffentlichkeit schon weitgehend gewahrt sind.

Kommissionen des V. S. E.

Die *Tarifkommission* hat auch dieses Jahr von neuen Tarifvergleichen abgesehen. Sie hat durch das Sekretariat Aequivalenzzahlen sammeln lassen, welche den Wert der kWh bei verschiedenen Anwendungszwecken auf Grund praktischer Erfahrungen erkennen lassen. Von einer Publikation ist bis jetzt Abstand genommen worden. Die Subkommission zur Beratung und Redaktion eines Normalreglementes hat einen ersten Entwurf des Sekretariates durchberaten. Ein zweiter Entwurf liegt vor, und es ist anzunehmen, dass im Laufe des Jahres 1929 eine Redaktion bekannt gegeben werden kann, die den Werken als Richtlinie nützliche Dienste leisten wird.

Die *Kommission für das Expropriationsgesetz.* Dieses Gesetz ist noch in Beratung bei den eidgenössischen Räten. Die Wünsche der Elektrizitätswerke sind von Herrn Dr. Fehr letztes Jahr vor der nationalrätlichen Kommission verteidigt worden; dieses Jahr wurden sie der ständerätlichen Kommission unterbreitet.

Die *Versicherungskommission* hat im verflossenen Jahre nicht getagt, hingegen ist von unserem wirtschaftlichen Sekretariat eine Umfrage und Zusammenstellung der von den Werken für Versicherung gegen Feuerschaden ausgegebenen Summen gemacht worden. Wir versuchen, die Versicherungsgesellschaften für einen annehmbaren Vertrag zu gewinnen; wir fassen auch die Frage der Selbstversicherung ins Auge.

Kommission zum Studium der Starkstromunfälle. Die im Jahre 1926 geschaffene Kommission hat zunächst beschlossen, mit der Schweizerischen Aerztegesellschaft Fühlung zu nehmen und ihr mitzuteilen, dass sie Studien über die Vorgänge beim Starkstromunfall anhand nimmt und gleichzeitig sämtliche Aerzte einlädt, bei Starkstromunfällen, zu denen sie zugezogen werden, von der Kommission aufgestellte einheitliche Fragebogen gegen Entschädigung auszufüllen und dem Starkstrominspektorat einzusenden. Auf diese Weise soll mehr Einblick in die Geschehnisse, soweit sie den Aerzten zugänglich sind, gewonnen werden.

Ferner hat die Kommission ein Arbeitsprogramm aufgestellt und aus der reichen Fülle dieses Programmes zuletzt noch die notwendigsten Punkte herausgezogen, welche die Vorgänge abklären sollen, die sich beim Starkstromunfall in der Hauptsache abspielen und dementsprechend Massnahmen für die Wiederbelebung eines Verunfallten zu erforschen. Nach längern Beratungen hat man erkennen müssen, dass diese Arbeit nicht gut, wie ursprünglich angenommen, an einem oder mehreren Universitätsinstituten vorgenommen wird, sondern dass eine physikalisch gut gebildete Persönlichkeit notwendig ist, welche eventuell in Anlehnung an ein Universitätsinstitut gewisse Untersuchungen anstellen kann. Es wurde beschlossen, eine solche Persönlichkeit durch Ausschreibung an den Universitäten zu suchen; Verhandlungen sind zurzeit im Gange.

Zu Handen des Starkstrominspektorates ist auch der Entwurf zu einer neuen Anleitung zur ersten Hilfeleistung bei Starkstromunfällen durchberaten worden. Als Hauptergebnis zeigte sich, dass, wie bisher, angeraten werden muss, die künstliche Atmung längere Zeit fortzusetzen und dass in der Hauptsache die Methoden von Sylvester zur Anwendung gelangen sollen, nebenbei sei aber auch die Methode von Schäfer zu üben, da letztere besonders durch Laien leichter gehandhabt werden kann und bei Ertrunkenen namentlich Vorteile bietet. Die Kommission hofft, dass im Laufe dieses Jahres die grundlegenden Arbeiten für eine neue Hilfsmethode vor sich gehen können.

Der Vorstand des V. S. E. spricht an dieser Stelle den Mitgliedern der aufgezählten Kommissionen für ihre Arbeiten zugunsten der Allgemeinheit den verbindlichsten Dank aus.

Die *Pensionskasse schweizerischer Elektrizitätswerke* zählt heute 71 Unternehmungen mit 3063 Versicherten. Das versicherungstechnische Defizit hat sich im letzten Jahre weiter von 33,5 % auf 31 % der Besoldungssumme reduziert. Es sind vom 1. Juli 1922 bis 30. Juni 1928 an Pensionen und Abfindungen aller Art Franken 452 260.— ausbezahlt worden. Da nun seit kurzem auch Alterspensionen fällig geworden sind, ist die jährliche Ausgabe am 1. Juli 1928 auf Fr. 176 677.— gestiegen.

Ueber die Arbeiten der vom *V. S. E.* mit dem *S. E. V. gemeinsam bestellten Kommissionen* äussert sich der Bericht des Generalsekretariates im Bulletin 1929, No. 9, Seite 272 u. ff.; wir verweisen speziell auf die Arbeiten der *Normalienkommission,* der *Kommission für Wärmeanwendungen* und der *Kommission für die Revision der Starkstromvorschriften.*

Die *Prüfung von Installateurkandidaten,* die bei den Elektrizitätswerken Konzessionsgesuche zur Ausführung von Hausinstallationen einreichen, finden fortlaufend nach Bedarf in Zürich und Bern statt. Im ganzen sind seit 1922 bis Ende 1928 478 Prüfungen vorgenommen und über dieselben Berichte erstattet worden.

Mit dem *Schweizerischen Energiekonsumenten-Verbande* hatten wir keine Gelegenheit, in Verbindung zu treten. Unserem Vorschlag, zur Schlichtung eventueller Streitfälle eine nicht

offizielle Einigungskommission zu konstituieren, ist keine Folge gegeben worden. Aus diesem Umstande darf man wohl schliessen, dass das Verhältnis zwischen den Grossabonnenten und den Werken ein befriedigendes ist. Die Ergebnisse der durch die Schweizerische Stiftung zur Förderung der Volkswirtschaft subventionierten Untersuchung dieses Verbandes hinsichtlich weiterer Absatzmöglichkeiten für die elektrische Energie stehen noch aus.

Die mit dem Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband getroffene Vereinbarung, über welche letztes Jahr berichtet wurde, ist stillschweigend verlängert worden.

Die Einkaufsabteilung des V. S. E. hat im verflossenen Jahre keine weitern Verträge abgeschlossen. Sie hat aber die Möglichkeit ins Auge gefasst, ihre Tätigkeit, die sich bis jetzt auf die wichtigsten Artikel, Glühlampen, isolierte Leiter, Oel und elektrothermische Apparate beschränkte, auf weitere Materialien auszudehnen, um auf diese Weise namentlich den kleineren Werken noch etwas mehr rein wirtschaftliche Vorteile zu bieten. Hinsichtlich Lebensdauer der Lampen, die gegenüber früher zurückgegangen ist und eine Aenderung in den technischen Bedingungen wünschbar erscheinen lässt, hat eine Delegation des Vorstandes mit den Vertretern der Glühlampenfabriken unterhandelt. Da die massgebenden Fabriken auf internationalem Boden syndiziert sind, können solche Verhandlungen nur langsam zu einem Ziele führen. In bezug auf das finanzielle Ergebnis des vergangenen Jahres verweisen wir auf den Spezialbericht der Einkaufsabteilung.

Die Propaganda für bessere Beleuchtung ist im Jahre 1928 weitergeführt worden, und zwar nicht nur in den grössern Städten, sondern auch in kleineren Ortschaften von über 2000 Einwohnern. Der Schweizerische Gewerbeverband und die Glühlampenfabriken haben neben den Elektrizitätswerken intensiv mitgewirkt[1]). Eine textlich einfach und klar gehaltene und hübsch illustrierte Broschüre ist in vielen tausend Exemplaren unter den Schaufensterbesitzern zur Verteilung gelangt und hat wesentlich zum Verständnis der grundlegenden Prinzipien beigetragen. Der V. S. E. hat diese Propaganda mit Fr. 4800.— subventioniert. In der schon oben erwähnten Elektrizitätsausstellung in Bern bei Anlass der «Saffa» ist das Möglichste getan worden, um auch ein weiteres Publikum darauf aufmerksam zu machen, wie die künstlichen Lichtquellen auszunützen sind, um ein in allen Beziehungen befriedigendes Resultat zu erzielen.

Von den folgenden Verbänden haben wir im Laufe des Jahres 1928 Einladungen zur Teilnahme an ihren Jahresversammlungen erhalten:

Verband Schweizerischer Elektroinstallationsfirmen;
Vereinigung der Elektrizitätswerke, Berlin;
Verband Deutscher Elektrotechniker, Berlin;
Verband der Elektrizitätswerke, Wien;
Svenska Elektrizitetsverksföreningen, Stockholm.

Der freundlichen Einladung der Svenska Electricitetsverksföreningen in Stockholm Folge leistend, hat eine Gruppe von schweizerischen Werkdirektoren die Gelegenheit zu einer interessanten Studienreise benützt. Ueber diese Reise berichteten im Bulletin 1929, No. 4, die Herren Dir. Geiser-Schaffhausen und Dir. Bertschinger-Zürich; ersterer etwas ausführlicher über den Verlauf der Reise im allgemeinen, letzterer über verschiedene technische und wirtschaftliche Einzelheiten.

Der *Mitgliederbestand des V. S. E.* hat im Jahre 1928 folgende Aenderungen erfahren:

Zahl der Mitglieder am 1. Januar 1928 . .	356
Austritte im Jahre 1928, zum Teil infolge Ankaufs durch grössere Unternehmungen	6
Neueintritte im Jahre 1928	5
Mitgliederbestand Ende 1928	355

Finanzielles. Die Jahresrechnung und die Bilanz sind nachstehend abgedruckt, die Rechnung der Einkaufsabteilung auf Seite 358 des vorliegenden Bulletins. Die Verbandsrechnung schliesst bei total Fr. 79 745.— Einnahmen und Fr. 80 427.78 Ausgaben mit einem Ausgabenüberschuss von Fr. 682.78 ab.

Die Bilanzsumme beläuft sich am 31. Dezember 1928 auf Fr. 231 955.05.

Wir beantragen, den Ausgabenüberschuss von Fr. 682.78 auf neue Rechnung vorzutragen.

Zürich, den 22. April 1929.

Für den Vorstand des
Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke,

Der Präsident: (gez.) *F. Ringwald.*
Der Generalsekretär: (gez.) *F. Largiadèr.*

[1]) In einer der nächsten Ausgaben des Bulletin wird hierüber berichtet werden.

V. S. E.

Betriebsrechnung über das Geschäftsjahr 1928.

Einnahmen:	*Budget* Fr.	*Rechnung* Fr.
Mitgliedschaftsbeiträge	56 000.–	59 715.–
Zinsen	8 400.–	9 938.–
Beitrag aus dem Ergebnis der Einkaufsabteilung für Allgemeinzwecke	10 000.–	10 000.–
Verschiedene Einnahmen	–	92.–
Ausgaben-Ueberschuss	–	682.78
	74 400.–	80 427.78

Ausgaben:	*Budget* Fr.	*Rechnung* Fr.
Saldo vom Vorjahre	–	1 144.63
Mitgliedschaftsbeiträge an andere Vereinigungen	1 400.–	2 742.50
Ordentlicher Beitrag an das Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E.	59 500.–	59 500.–
Vertrag mit dem Schweiz. Wasserwirtschaftsverband	–	6 000.–
Steuern, ohne diejenigen für die Einkaufsabteilung	1 000.–	732.–
Beitrag an den Druck der Statistik der Elektrizitätswerke	2 000.–	2 000.–
Beitrag an die Schweiz. Stiftung „Trieur“	–	500.–
Beitrag an die Studienkommission betr. Unfallverhütung	2 000.–	5.–
Diverses und Unvorhergesehenes	8 500.–	7 803.65
	74 400.–	80 427.78

Bilanz auf 31. Dezember 1928.

Aktiven:	Fr.	*Passiven:*	Fr.
Wertschriften	195 827.–	Kapital	141 751.15
Guthaben beim S. E. V.	20 000.–	Reservefonds	80 231.75
Bank, Einlageheft	11 232.60	Kreditoren	9 972.15
Bank, Konto-Korrentverkehr	3 522.–		
Postcheck	411.74		
Kasse	278.93		
Saldo der Betriebsrechnung	682.78		
	231 955.05		231 955.05

V. S. E.

Budget für das Jahr 1930.

	Fr.
Einnahmen:	
Mitgliedschaftsbeiträge	59 500.–
Zinsen	11 000.–
Beitrag aus dem Ergebnis der Einkaufsabteilung für Allgemeinzwecke	20 000.–
	90 500.–
Ausgaben:	
Mitgliedschaftsbeiträge an andere Vereinigungen	2 430.–
Ordentlicher Beitrag an das Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E.	61 000.–
Vertrag mit dem Schweiz. Wasserwirtschaftsverband	6 000.–
Steuern, ohne diejenigen der Einkaufsabteilung	1 000.–
Beitrag an den Druck der Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz	3 000.–
Beitrag an die Schweiz. Stiftung „Trieur“	500.–
Beitrag an die Studienkommission betreffend Unfallverhütung	2 000.–
Subventionen, Diverses und Unvorhergesehenes	14 570.–
	90 500.–

Einkaufsabteilung des V. S. E.

—

Bericht

an die Generalversammlung des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke über das Geschäftsjahr 1928.

—

Im Laufe des Jahres 1928 wurden von den Verbandsmitgliedern bei den mit uns im Vertragsverhältnis stehenden Fabriken 2 429 835 *Glühlampen* gekauft. Etwa 70 % davon waren schweizerischen Ursprungs. Die Anzahl der verkauften Lampen ist gegenüber dem Vorjahre eine wenig veränderte.

Die Abmachung mit den schweizerischen Fabrikanten *isolierter Drähte* ist auf derselben Basis wie früher erneuert worden. In der Zeit vom 1. Juli 1927 bis 30. Juni 1928 sind an die bei der Abmachung interessierten Werke 3 526 112 m Draht und 582 000 m Isolierrohre geliefert worden; die Rückvergütungen an die betreffenden Mitglieder haben ca. Fr. 38 000 betragen. Es ist vorauszusehen, dass die genannte Abmachung binnen kurzem auch auf die Gummibleikabel ausgedehnt werden wird. Im übrigen beabsichtigen wir, mit der Zeit auch weitere Artikel, die für die installierenden Werke Bedeutung haben, in den Kreis unserer Betätigung aufzunehmen.

Die Lieferungen an *Transformatorenöl* haben zu reduzierten Preisen von derselben Firma weiterhin zur Befriedigung aller Abnehmer stattgefunden.

An *elektrothermischen Apparaten* sind an die bei der Vereinbarung interessierten Werke im Laufe des Rechnungsjahres (1. Juli 1927 bis 30. Juni 1928) Apparate im Werte von Franken 1 662 802.— verkauft worden. Ausser den vereinbarten Rabatten haben die Werke ca. Franken 33 000.— an Rückvergütungen angerechnet erhalten.

Finanzielles. Die Jahresrechnung und die Bilanz sind nachstehend abgedruckt. Es betragen die Einnahmen Fr. 97 198.21, die Ausgaben Fr. 63 701.74 und der Einnahmenüberschuss Fr. 33 496.47. Die Bilanzsumme auf 31. Dezember 1928 ergibt sich zu Fr. 129 944.04. Wir beantragen, Fr. 10 000.— dem Betriebsausgleichsfonds der Einkaufsabteilung und Franken 20 000.— dem Kapitalkonto des V. S. E. zu überweisen und Fr. 3496.47 auf neue Rechnung vorzutragen.

Zürich, den 22. April 1929.

Für die Einkaufsabteilung des V. S. E.,

Der Präsident des V. S. E.: (gez.) *F. Ringwald.*

Der Delegierte: (gez.) *O. Ganguillet.*

Einkaufsabteilung des V.S.E.

Betriebsrechnung über das Geschäftsjahr 1928.

	Budget Fr.	*Rechnung* Fr.
Einnahmen:		
Saldo vom Vorjahre	–	6 719.12
Einnahmen aus der Vermittlung von Glühlampen, isolierten Drähten, Oel und elektrothermischen Apparaten	49 000.–	86 687.84
Zinsen	3 000.–	3 791.25
	52 000.–	97 198.21
Ausgaben:		
Entschädigung an das Generalsekretariat für die gesamte Geschäftsführung	10 000.–	10 000.–
Prüfgebühren an die Materialprüfanstalt	24 500.–	38 312.37
Beitrag für Allgemeinzwecke des V.S.E.	10 000.–	10 000.–
Steuern	2 500.–	2 644.20
Diverses und Unvorhergesehenes	5 000.–	2 745.17
Einnahmenüberschuss (inkl. Saldo vom Vorjahre)	–	33 496.47
	52 000.–	97 198.21

Bilanz auf 31. Dezember 1928.

Aktiven:	Fr.	Passiven:	Fr.
Wertschriften	78 500.–	Betriebsausgleichsfonds	45 000.–
Debitoren	29 969.04	Rückstellung	15 000.–
Bank	21 061.–	Kreditoren	36 447.57
Postcheck	120.25	Saldo der Betriebsrechnung	33 496.47
Kasse	293.75		
	129 944.04		129 944.04

Einkaufsabteilung des V.S.E.

Budget für das Jahr 1930.

	Fr.
Einnahmen:	
Einnahmen aus der Vermittlung von Glühlampen, isolierten Drähten, Oel und elektrothermischen Apparaten	69 000.–
Zinsen	4 000.–
	73 000.–
Ausgaben:	
Entschädigung an das Generalsekretariat für die gesamte Geschäftsführung	10 000.–
Prüfgebühren an die Materialprüfanstalt	31 500.–
Beitrag für Allgemeinzwecke des V.S.E.	20 000.–
Steuern	2 700.–
Diverses und Unvorhergesehenes	8 800.–
	73 000.–

Anträge des Vorstandes des V. S. E. an die Generalversammlung vom 6. Juli 1929 in St. Moritz.

Zu Traktandum 2:

Das Protokoll der 36. Generalversammlung vom 16. Juni 1928 in Baden (siehe Bulletin 1928, No. 15, Seite 505) wird genehmigt.

Zu Traktandum 3:

Der Bericht des Vorstandes über das Geschäftsjahr 1928 (Seite 354) [1]) wird genehmigt.

Zu Traktandum 4:

a) Die Rechnung des Verbandes über das Geschäftsjahr 1928 und die Bilanz auf 31. Dezember 1928 (Seite 356) werden genehmigt unter Entlastung des Vorstandes.

b) Der Passivsaldo von Fr. 682.78 wird auf neue Rechnung vorgetragen.

Zu Traktandum 5:

Der Bericht der Einkaufsabteilung über das Geschäftsjahr 1928 (Seite 358) wird genehmigt.

Zu Traktandum 6:

a) Die Rechnung der Einkaufsabteilung über das Geschäftsjahr 1928 und die Bilanz auf 31. Dezember 1928 (Seite 358) werden genehmigt, unter Entlastung des Vorstandes.

b) Der Einnahmenüberschuss von Franken 33 496.47 wird wie folgt verwendet:

	Fr.
1. Zuweisung an den Betriebs-Ausgleichungsfonds der E. A.	10 000.—
2. Ueberweisung an das Kapitalkonto des V. S. E.	20 000.—
3. Vortrag auf neue Rechnung	3 496.47
	33 496.47

Zu Traktandum 7:

Das Budget des Verbandes für 1930 (Seite 357) wird genehmigt.

Zu Traktandum 8:

Das Budget der Einkaufsabteilung für 1930 (Seite 359) wird genehmigt.

Zu Traktandum 9:

Für das Jahr 1930 werden die Mitgliedschaftsbeiträge wie folgt festgesetzt (wie pro 1929):

Bei einem investierten Kapital

	Fr.		Fr.	Fr.
		bis „	50 000.—	30.—
von	50 000.—	»	250 000.—	60.—
»	250 000.—	»	1 000 000.—	150.—
»	1 000 000.—	»	5 000 000.—	340.—
»	5 000 000.—	»	10 000 000.—	600.—
		über	10 000 000.—	900.—

[1]) Wo keine Bulletinnummer angegeben ist, beziehen sich die in Klammer gesetzten Seitenangaben auf die vorliegende No. 11 des Bulletin 1929.

Zu Traktandum 10:
Von Bericht und Rechnung des gemeinsamen Generalsekretariates über das Geschäftsjahr 1928 (siehe Bulletin 1929, No. 9, Seite 272 ff.), genehmigt von der Verwaltungskommission, wird Kenntnis genommen.

Zu Traktandum 11:
Vom Budget des gemeinsamen Generalsekretariates für 1930 (Seite 352), genehmigt von der Verwaltungskommission, wird Kenntnis genommen.

Zu Traktandum 12:
Von Bericht und Rechnung des Comité Suisse de l'Eclairage (C. S. E.) über das Geschäftsjahr 1928 und vom Budget für 1929 (siehe Bulletin 1929, No. 10, Seite 315 ff.) wird Kenntnis genommen.

Zu Traktandum 13:
a) Wahl von 3 Mitgliedern des Vorstandes; gemäss Art. 15 der Statuten kommen auf Ende 1929 folgende Vorstandsmitglieder des V. S. E. zur Erneuerungswahl:

Herr *J. Bertschinger,* Zürich;
Herr *A. de Montmollin,* Lausanne;
Herr *H. Niesz,* Baden.

Alle drei Herren stellen sich neuerdings zur Verfügung.

b) Wahl von zwei Rechnungsrevisoren und deren Suppleanten. Der Vorstand schlägt vor, die bisherigen Revisoren, die Herren *P. Corboz,* Sitten, und *E. Graner,* St. Immer, sowie die bisherigen Suppleanten, die Herren *G. Lorenz,* Thusis, und *R. Schmidt,* Lausanne, wieder zu wählen.

(Uebersetzung)

Bericht und Antrag der Rechnungsrevisoren an die Generalversammlung des V. S. E. vom 6. Juli 1929. Ihrem Auftrag gemäss haben wir heute die Rechnung des V. S. E. über das Geschäftsjahr 1928 geprüft. Das Wertschriftenverzeichnis haben wir durch Depotscheine ausgewiesen gefunden und das Vorhandensein des im Buche ausgewiesenen Kassabestandes festgestellt. Die Gewinn- und Verlustrechnung und die Bilanz stimmen mit dem Hauptbuch überein. — Wir haben im weiteren einzelne Stichproben vorgenommen. Im übrigen konnten wir uns auf einen sehr eingehenden Kontrollbericht der Schweizer. Treuhandgesellschaft stützen.

In gleicher Weise haben wir die Rechnung der Einkaufsabteilung des V. S. E. pro 1928 geprüft und das Wertschriftenverzeichnis durch Depotscheine ausgewiesen gefunden; die Prüfung des Kassabestandes hat dessen Richtigkeit ergeben.

Beide Rechnungen sind genau und in bester Ordnung befunden worden; wir beantragen Genehmigung derselben mit Verdankung an den Rechnungsführer und Dechargeerteilung an den Vorstand.

Zürich, den 17. Mai 1927.

(gez.) *P. Corboz.*
(gez.) *R. Schmidt.*

Der Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (V. S. E.) bietet seinen Mitgliedern nachstehende

Vergünstigungen:

1. 25 % des an die Technischen Prüfanstalten bezahlten Abonnementsbetrages werden für Gratisprüfungen bei der Materialprüfanstalt und Eichstätte des S. E. V. reserviert.
2. Die Glühlampen werden auf Grund von Verträgen mit den Glühlampenfabriken zu Vorzugspreisen abgegeben; jedes Verbandsmitglied kann 20 % der bezogenen Lampen bei der Materialprüfanstalt des S. E. V. *kostenlos* auf Wattverbrauch und Lichtstärke (nicht aber auf Nutzbrenndauer) prüfen lassen.
3. Isolierte Drähte und Kabel aller Art können, nach vorheriger Anmeldung beim Sekretariat, bei den Drahtfabriken zu Vergünstigungspreisen bezogen werden.
4. Sodann hat die Einkaufsabteilung Vorzugsbedingungen für den Ankauf von Isolierrohren für diejenigen Mitglieder erzielt, welche sich beim Sekretariat speziell hiefür anmelden.
5. Die Mitglieder des S. E. V. geniessen auf Grund besonderer Vereinbarungen der Einkaufsabteilung Vergünstigungen beim Ankauf von Heisswasserspeichern.
6. Die Einkaufsabteilung hat Abkommen betr. Ankauf von Transformatoren- und Schalteröl zu Vorzugspreisen abgeschlossen. Das auf Grund dieses Abkommens gekaufte Oel wird vor Ablieferung durch die Materialprüfanstalt des S. E. V. ohne Mehrkosten für den Besteller regelmässig geprüft.
7. Auf Grund eines Gemeinschaftsvertrages des S. E. V. mit fünf schweizerischen Versicherungsgesellschaften werden den Mitgliedern für die Unfall- und Haftpflichtversicherung um mehr als 50 % kleinere Prämienansätze berechnet als den Nichtmitgliedern.
8. Die dem V. S. E. angehörenden Elektrizitätswerke können ihre Installateurkandidaten durch eine vom V. S. E. gemeinsam mit dem Verband Schweizerischer Elektroinstallationsfirmen organisierte Stelle auf ihre technischen Kenntnisse hin prüfen lassen.
9. Die V. S. E.-Mitglieder erhalten die alle zwei Jahre erscheinende «Statistik der Elektrizitätswerke» gratis zugestellt.
10. Das Sekretariat (Seefeldstr. 301, Zürich 8) erteilt gratis und bereitwilligst Auskunft über Fragen sowohl technischer wie wirtschaftlicher Natur.

Die Aufnahme in den V. S. E. setzt die Mitgliedschaft beim Schweizerischen Elektrotechnischen Verein und den Abschluss eines Vertrages zur regelmässigen Kontrolle der Anlagen durch das Starkstrominspektorat voraus.

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN
BULLETIN
ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke | REDAKTION Zürich 8, Seefeldstr. 301 | Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité

Verlag und Administration | Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G. Zürich 4, Stauffacherquai 36/38 | Editeur et Administration

XX. Jahrgang
XX^e^ Année

Bulletin No. 12

Juni II
Juin II 1929

Das selbsttätige Anlassen und Parallelschalten der Generatoren in automatischen Kraftwerken.

Von *H. Puppikofer,* Dipl.-Ing., Oerlikon.

621.317.1 : 621.312.134

Der Verfasser geht nach kurzem Erwähnen der verschiedenen Arten von automatischen hydroelektrischen Kraftwerken auf das Problem des Parallelschaltens bei Synchronismus ein, welches die Kernfrage der Automatisierung darstellt. Er erläutert die Arbeitsweise eines neuen Parallelschaltrelais, das den Verhältnissen beim Synchronisieren in bester Weise Rechnung trägt, sowie verschiedene Ausführungsmöglichkeiten einer Anlaufmethode, welche die zuzuschaltende Maschine sicher und in kürzester Zeit dem Synchronismus zuführt. Zum Schlusse werden als Anwendungsbeispiel Schema und Betriebsweise eines in Montage begriffenen vollautomatischen hydroelektrischen Niederdruckwerkes erklärt.

Après avoir énuméré brièvement les différents types de centrales hydro-électriques automatiques, l'auteur aborde le problème de la mise en parallèle au synchronisme, qui représente la question centrale de l'automatisme. Il explique le fonctionnement d'un nouveau relais de mise en parallèle, qui tient compte au mieux des conditions lors du synchronisme, et décrit diverses possibilités d'exécution d'une méthode de démarrage, qui amènent sûrement et dans un minimum de temps la machine à enclencher au synchronisme. Pour finir l'auteur présente comme exemple le schéma et le mode de fonctionnement d'une centrale hydro-électrique à basse pression, actuellement en montage.

In allen Ländern hört man heute von der Rationalisierung der Industrie sprechen. In erster Linie versteht man darunter wohl die Vermeidung aller unproduktiven Arbeit und zweckmässige Ausnützung aller an der eigentlichen Produktion beteiligten Kräfte. Diese Bestrebungen haben in einer grossen Zahl von Industrien schon bemerkenswerte Erfolge gezeitigt. Auch in der Elektrizität erzeugenden Industrie hat man begonnen zu rationalisieren. Ein grosser Teil des Ueberwachungsdienstes in Kraft- und Unterwerken muss unbedingt zu den unproduktiven Arbeiten gerechnet werden. Diese Arbeit kann nun heute zum grössten Teile der menschlichen Arbeitskraft abgenommen und durch Maschinen und Apparate ausgeführt werden. Es führte dies zum automatischen Betrieb von elektrischen Anlagen. Das Verlangen nach automatischen elektrischen Anlagen ist naturgemäss zuerst bei den Sekundärstationen, bei Unterwerken, Umformer- und Schaltstationen aufgetreten. Der Anstoss hierzu ging von Amerika aus, das von jeher die höchsten Löhne aufwies. Die praktische Lösung des bedienungslosen Betriebes war bei den Sekundärstationen verhältnismässig einfach. Bei den Kraftwerken selbst sind die Schwierigkeiten bedeutend grösser, da es sich dort auch um die Erzeugung der Primärkraft zum Antrieb der Primärmotoren handelt, die ihrerseits wieder die Stromerzeuger antreiben. An einen bedienungslosen Betrieb von thermischen Kraftwerken ist heute noch nicht zu denken, bei den hydroelektrischen Kraftwerken hingegen kann das Problem als gelöst betrachtet werden.

Die Bedienungslosigkeit hat bei hydroelektrischen Anlagen je nach den örtlichen Verhältnissen verschiedene Formen angenommen, die unrichtigerweise alle als automatisch bezeichnet worden sind. Bei den einen handelt es sich um ferngesteuerte Anlagen, worin die sämtlichen Betätigungen in der bisher üblichen Weise vom Wärter mit Hilfe von Fernsteuerungen ausgeführt werden. Gegenüber einem heutigen modernen Kraftwerk bedeutet dies lediglich die Verlegung des Kommandoraumes an einen andern Ort z. B. in ein anderes Kraftwerk. Bei den anderen handelt es sich um Kraftwerke ohne ständige Ueberwachung, bei welchen aber die In- und Ausserbetriebnahme durch einen Wärter erfolgt, der zu diesem Zwecke einmal in durch den Betriebsplan bestimmten Zeitabständen die Anlage aufsucht. Hier muss lediglich das Kraftwerk mit einigen zusätzlichen Organen ausgerüstet werden, die bei Störungen, bei welchen der elektrische Teil abgeschaltet wird, die gleichzeitige Abstellung des hydraulischen Teiles besorgen. Bei den eigentlichen automatischen Kraftwerken erfolgt diese In- und Ausserbetriebnahme, d. h. auch das Anlassen und Parallelschalten selbsttätig. Damit ist auch der schwierigste Teil der Aufgabe bei der Automatisierung von elektrischen Kraftwerken erwähnt worden. Unter den hiefür angewendeten Lösungen kann man zwei Hauptgruppen unterscheiden. Bei der einen Gruppe von Lösungen erfolgt der Anlauf genau gleich wie bei den bedienten Anlagen, d. h. von der Turbine aus. Der Turbinenschieber wird geöffnet, die Turbine langsam beaufschlagt und auf die der Netzfrequenz entsprechende Drehzahl, sowie der Generator auf die Netzspannung gebracht und dann parallel geschaltet und belastet. Bei der zweiten Gruppe wird der Generator bei geschlossener Turbine wie ein Elektromotor angelassen und auf die synchrone Drehzahl gebracht. Erst dann wird der Turbinenschieber geöffnet und die Turbine beaufschlagt. Diese Lösung eignet sich sehr wohl für kleinere Einheiten. Bei grösseren Einheiten muss man aber des unvermeidlichen Einschalt-Stromstosses wegen stets auf eine zur ersten Gruppe gehörende Lösung greifen.

Zur ersten Gruppe, gekennzeichnet durch das Anlaufen der Maschinen von der Turbine aus, gehören folgende Lösungen, die sich durch die Art der Parallelschaltung unterscheiden:

1. Zuschaltung über Drosselspulen.
2. Methode der Selbstsynchronisierung („Pull-in" Methode).
3. Parallelschaltung bei Synchronismus.

Schaltet man den auf die der Netzfrequenz entsprechende Drehzahl gebrachten und vollerregten Generator zu, ohne Rücksicht auf den Synchronismus, so riskiert man bei starker Winkelabweichung der Spannungsvektoren oder gar Phasenopposition grössere Betriebsstörungen durch Kurzschluss. Schaltet man den Generator aber vorerst nicht direkt, sondern über Drosselspulen zu, so kann man den Kurzschlussstrom begrenzen und die Maschine in Synchronismus hinein reissen lassen. Läuft sie synchron, was am Abfall des Stromes im Polrad resp. am Verschwinden der Wechselstromkomponente ersichtlich ist, so werden die Drosselspulen durch einen weitern Oelschalter automatisch überbrückt.

Bei der in Amerika für Einheiten bis 10000 kVA angewendeten „Pull-in" Methode wird der mit Dämpferwicklung versehene Generator durch die Turbine ganz nahe an die Netzdrehzahl herangebracht, unerregt zugeschaltet und dann erregt.

Die Erregung kann entweder plötzlich erfolgen durch Zuschalten der Erregermaschine mit voller Spannung oder langsam durch stufenweises Aufwärtsregulieren ihrer Spannung. M. E. Reagan zeigt in The Electric Journal vom April 1926 Oszillogramme solcher Schaltungen mit einer 4200 kVA Maschine. Je nach der Differenz zwischen Netz- und Maschinenfrequenz wurde beim Einschalten ein Stromstoss gemessen, der bei vollerregter Erregermaschine sieben- bis achtfachen Normalstrom betrug. Bei nachheriger stufenweiser Hinaufregulierung der Spannung der Erregermaschine reduzierte sich der Stromstoss auf fünffachen Normalstrom, blieb dafür aber einige Sekunden auf beinahe dem doppelten Normalstrom stehen. Bei beiden Schaltungsarten senkte sich die Netzspannnng ganz beträchtlich bis zu 73% der Normalspannung.

Diese wenigen Zahlen zeigen deutlich, dass solche Methoden nur in grossen Netzen angewendet werden dürfen, wo starke Kraftwerksleistungen vorhanden und die Uebertragungsleitungen so lang sind, dass die übrigen Netzteile ungestört bleiben. Für europäische Verhältnisse kommt zweifellos in der Regel nur die letzte, weniger gewaltsame Art der Zuschaltung in Betracht, die deshalb etwas eingehender betrachtet werden soll.

Die Parallelschaltung bei Synchronismus.

Diese Art der Zuschaltung ist die korrekteste. Mit ihr können Maschinen jeder Grösse ganz ohne Stromstoss an das Netz angeschlossen werden. Die Maschinen selbst können in normaler bewährter Bauart ohne Dämpferwicklungen oder andere Spezialvorkehrungen ausgeführt werden. Auch die Schalteinrichtung ist die in modernen Kraftwerken übliche für Synchronmaschinen. Neu kommt hinzu ein Apparat, der das Eintreten des Synchronismus feststellt und in diesem Moment das Einschalten des Maschinenschalters verursacht. Auf das gute Arbeiten dieses Parallelschaltrelais ist jede Schaltung für automatische Kraftwerke aufgebaut.

Es existieren heute eine ganze Reihe von Konstruktionen von Parallelschaltrelais, die aber zum grössten Teile nicht zur richtigen Zeit schalten, da ihnen das Gefühl des bedienenden Wärters abgeht.

In Anbetracht der Wichtigkeit der richtigen Funktion dieses Apparates für den automatischen Betrieb seien die Vorgänge bei den Pendelungen um den Synchronismus herum kurz betrachtet. Es erfolgt dies am einfachsten in einem Zeitdiagramm entsprechend Fig. 1. Die Kurven 1 und 2 zeigen den Verlauf der sinusförmigen Spannungen des Netzes und der zuzuschaltenden Maschine. Die stark gezogenen Kurven entsprechen der Summe dieser beiden Spannungen. Die beiden für die Synchronisierung üblichen Kontrollschaltungen, die Dunkelschaltung und die Hellschaltung, haben bekanntlich ihren Namen von der Verwendung von Anzeige-Lampen erhalten, die bei der ersten Schaltung im Moment des Synchronismus dunkel sein, bei der zweiten hell brennen mussten. Bei der Dunkelschaltung geht die Kurve 3 der Summenspannung im Moment des absoluten Synchronismus durch Null; bei der Hellschaltung hat sie dann ihr Maximum. Es ergeben sich deutliche Schwebungen, die zweckmässigerweise durch die Umhüllungskurve der Summenspannung dargestellt werden. Diese Schwebungskurven (in Fig. 1 mit 4 bezeichnet) geben sofort ein Bild der gegenseitigen Lage der Vektoren der beiden zusammen zu schaltenden Spannungen: während bei der Hellschaltung die Parallelschaltung der zuzuschaltenden Maschine im äusserst flach verlaufenden Maximum zu erfolgen hat, findet sie bei der Dunkelschaltung statt beim Schnitt der Schwebungskurve mit der Zeitaxe, der sehr scharf und eindeutig markiert ist.

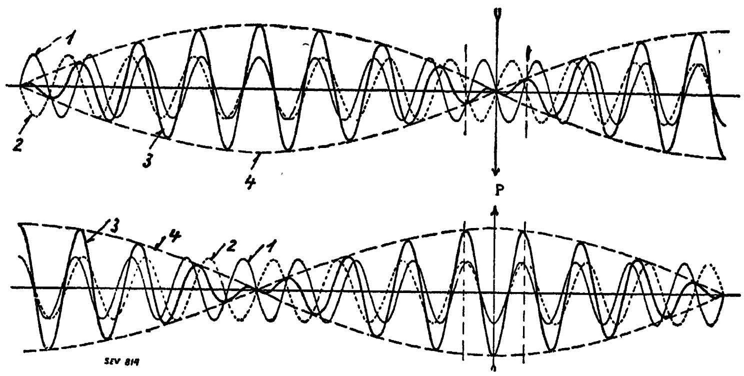


Fig. 1.
Das Parallelschalten bei Dunkelschaltung (oben) und bei Hellschaltung (unten)
P Augenblick des Parallelschaltens.
1 Spannung des Netzes.
2 Spannung der zuzuschaltenden Maschine.
3 Summenspannung von 1 und 2.
4 Schwebungskurve.

Ein anderer Vorteil der Anwendung der Dunkelschaltung bei Parallelschaltrelais liegt darin, dass der Apparat völlig unabhängig ist von der absoluten Höhe der

Spannung, bei welcher die Maschine mit dem Netz parallel geschaltet werden soll, so dass keine besondere Einstellung des Spannungsbereiches notwendig ist.

Ein brauchbares Parallelschaltrelais zur automatischen Zuschaltung von Synchronmaschinen muss genau wie bei der Schaltung von Hand feststellen, ob Synchronismus vorhanden ist, und dann, wenn dieser genügend lange anhält, d. h. wenn die Schwebungen genügend langsam vor sich gehen, im geeigneten Moment das Schliessen des Maschinenschalters veranlassen. Zu diesem Zwecke muss das Parallelschaltrelais aus einem den Synchronismus resp. die Phasengleichheit anzeigenden Organ und aus einem Zeitorgan bestehen, das vom ersteren im richtigen Augenblick freigegeben wird und das nach seinem Ablauf das Schliessen des Maschinenschalters über einen Hüpfer mit Haltespule durch den üblichen Fernantrieb besorgen lässt. Wir nehmen an, die Ablaufzeit sei t_1 und die Zeit, die der Fernantrieb braucht vom Moment der Kontaktgabe durch das Zeitrelais bis zum Schliessen der Hauptkontakte des Maschinenschalters sei t_2. Gibt nun das Anzeigeorgan das Zeitorgan erst im Synchronismuspunkt S frei, so wird, wie Fig. 2 zeigt, die Parallelschaltung erst im Zeitpunkt B erfolgen, wo sich die Spannungen eventuell schon beträchtlich weit vom genauen Synchronismus entfernt haben. Der erste Gedanke zur Behebung dieses Nachteils führt auf die Lösung, das Anzeigeorgan so unempfindlich einzustellen, dass es schon das Zeitorgan freigibt, wenn die Schwebungskurve noch die Differenzspannung von V_x (Fig. 3.) besitzt. Erfolgt der Schnitt der Schwebungskurve unter steilem Winkel, so wird das Parallelschaltrelais ebenfalls wieder zur Unzeit parallel schalten. Das Parallelschaltrelais muss also so ergänzt sein, dass es die Steilheit der Schwebungskurve im Augenblick des Synchronismus feststellen kann.

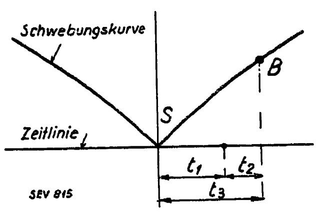


Fig. 2.

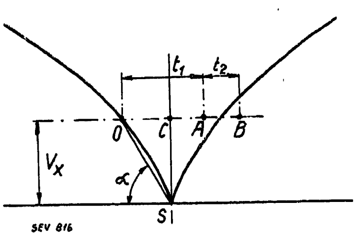


Fig. 3.

Es gibt heute Parallelschaltrelais mit einer Einrichtung, die dem Synchronismus anzeigenden Gerät gestattet, die Steilheit der Schwebungskurve beim Schnitt mit der Zeitlinie zu messen, derart, dass die Parallelschaltung nur dann erfolgen kann, wenn diese Steilheit unter ein bestimmtes Mass gesunken ist. Zu diesem Zwecke lässt man das Zeitorgan nur vom Moment des Schnittpunktes der Schwebungskurve mit der Geraden im Abstand V_x laufen, bis zum Moment des genauen Synchronismus (Schnitt mit der Zeitaxe). Folgen sich die Schwebungen rasch aufeinander, d. h. übersteigt die Steilheit der Schwebungskurve, die z. B. durch den Winkel α in Fig. 3 dargestellt werden kann, ein bestimmtes Mass, so kommt der Zeitpunkt A, in welchem die Zeit t_1 des Zeitorgans abgelaufen ist, zeitlich nach dem Zeitpunkt des Synchronismus zu liegen. Dann wird der Ablauf des Zeitrelais schon im Punkte C unterbrochen und es erfolgt keine Kontaktgabe zur Betätigung des Hüpfers des Fernantriebes. Verläuft die Schwebungskurve weniger steil (Fig. 4), als dem Winkel $\alpha_x = \text{arc tg}\, \frac{V_x}{t_1}$ entspricht, so läuft das Zeitorgan völlig ab und macht am Ende seiner Bahn Kontakt. Dadurch ist Gewähr gegeben, dass die Parallelschaltung möglichst nahe am absoluten Synchronismus erfolgt. Die ungenaueste Parallelschaltung erfolgt dabei dann, wenn α den Grenzwert α_x gerade erreicht. Dann wird mit einer Differenzspannung $V = \frac{V_x}{t_1}\, t_2$ zusammengeschaltet, die durch geeignete Wahl der Zeit t_1 und Einstellung auf tiefe Spannung V_x beliebig klein gemacht werden kann. Da die Parallelschaltung nur bei länger werdenden Schwebungen, d. h. bei abnehmendem Winkel α freigegeben wird, erfolgt sie stets unter dem Grenzwert α_x, d. h. unter den denkbar günstigsten Bedingungen.

Kurz sei noch das Prinzip der konstruktiven Ausführung eines solchen Apparates erläutert:

Sowohl das Anzeigeorgan als auch das Zeitorgan sind nach dem Ferrarisprinzip gebaut. Für ersteres wurden zwei Triebmagnete gewählt, die in Dunkelschaltung an

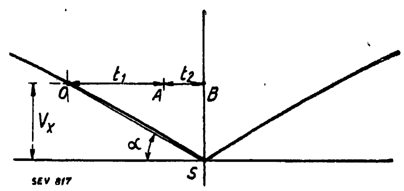


Fig. 4.

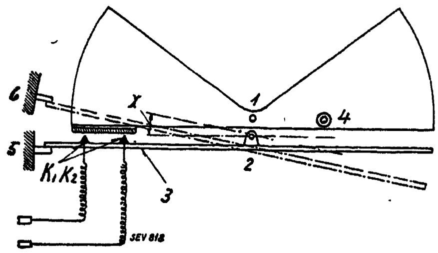


Fig. 5.
Schematische Darstellung des Anzeigeorganes des Oerlikon-Parallelschaltrelais.

zwei verschiedene Phasen in üblicher Weise angeschlossen werden. Durch das Anschliessen dieser Magnete an zwei verschiedene Phasen wird auf einfachste Art die fehlerhafte Parallelschaltung verhindert, wenn nach einer Reparatur, Revision oder dergleichen zwei Phasen des einen Drehstromsystems vertauscht worden sind. Diese Triebmagnete wirken auf zwei zusammenhängende um ihre Welle 1 drehbare Aluminiumsektoren (Fig. 5). Im Moment des Synchronismus fallen die Sektoren infolge des Gewichtes in die Nullage und schliessen dort mit den beiden Kontakten K_1 und K_2 den Stromkreis des Zeitorgans. Die beiden Kontakte K_1 und K_2 sind nicht fest angeordnet, sondern liegen auf einem Hebel 3, der um einen Punkt 2 nahe an 1 mit leichter Reibung drehbar ist. Stehen die beiden zusammenzuschaltenden Wechselspannungen in Opposition, dann entsteht das maximale Drehmoment an den beiden Sektoren und dreht sie in unserm Bilde nach rechts.

Bei dieser Drehung öffnen sich die Kontakte K_1 und K_2 und am Ende ihres Weges stossen die Sektoren mit Hilfe des Mitnehmers 4 den Hebel 3 aus der horizontalen Lage vom Anschlag 5 weg bis zum einstellbaren Anschlag 6. Dadurch werden die Kontakte K_1 und K_2 den Sektoren wieder entgegengedreht, um den Winkel entsprechend der Differenzspannung V_x in Fig. 4. Beim nächsten Abnehmen der Schwebung kehren die Sektoren nach links zurück, und die Kontakte K_1 und K_2 werden schon bei V_x geschlossen nnd bleiben es bis zum Synchronismuspunkt S, da die Sektoren den Hebel 3 mitnehmen bis zum Anschlag 5.

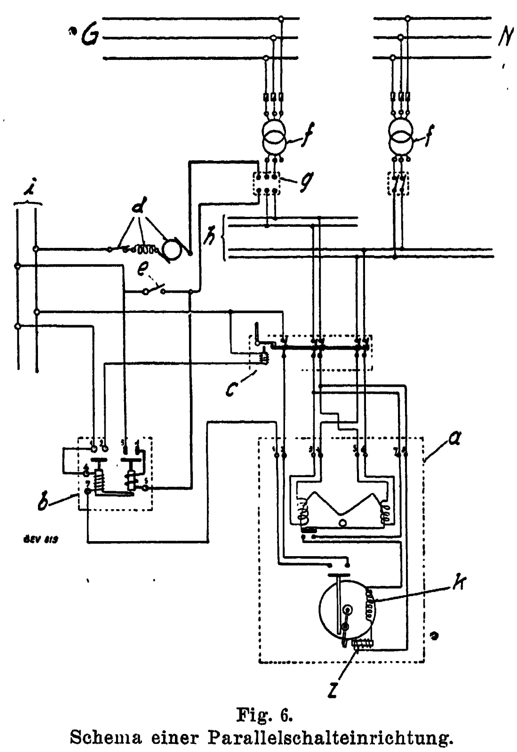


Fig. 6.
Schema einer Parallelschalteinrichtung.

a Parallelschaltrelais
b Hüpfer
c Schalter mit Auslösespule
d Oelschalter-Fernsteuerung
e Druckknopf zur Handbetätigung des Oelschalters
f Spannungswandler
g Synchronisierstecker
h Synchronisiersammelschienen
i Hilfsstromsammelschienen
k Spule des Triebwerkes
l Spule des Kupplungsmagneten
G Generator
N Netz

Sofort beim Wiederansteigen der Schwebung lösen sich die Kontakte K_1 und K_2,

da der Hebel 3 infolge der leichten Reibung in seiner Endlage verbleibt; das Spiel wiederholt sich, bis die Zeit zwischen *O* und *S* im Zeitdiagramm Fig. 4 grösser ist als t_1.

Eine weitere Bedingung zur Verhütung von Fehlschaltungen ist die, dass das bewegliche Schaltstück des Zeitorgans sofort in seine Nullage zurückkehrt, sobald sich die Kontakte K_1 und K_2 öffnen, d. h. sobald der Triebmagnet *k* im Schema Fig. 6 stromlos ist. Nun besteht aber die Gefahr, dass dieses Schaltstück infolge der dem Triebwerk innewohnenden kinetischen Energie trotz der Unterbrechung des Stromkreises weiterläuft.

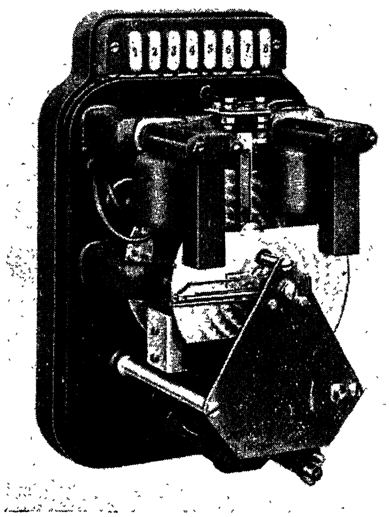


Fig. 7.
Parallelschaltrelais.

Dieses Ueberlaufen ist nun aber sicher verhindert dadurch, dass zwischen dem Triebrad und der bewegten Kontakteinrichtung eine elektrische Kupplung eingefügt ist. Im selben Moment, in dem der Triebmagnet des Zeitorgans eingeschaltet wird, kommt auch der in Serie zu ihm liegende Kupplungsmagnet unter Strom und fügt eine Zahnradkupplung zwischen Triebrad und Kontakt ein. Wird der Stromkreis des Zeitrelais durch die Sektoren unterbrochen, so ist es damit auch der Kupplungsmagnet, der sofort die Kupplung löst, so dass die Kontakteinrichtung unter dem Einfluss des Gewichtes ganz hinunter fällt. Also auch bei sehr rasch aufeinander folgenden Schwebungen bleibt stets die ganze Zeit des Zeitorgans der Parallelschaltung vorgeschaltet. Um auch bei Verschwinden der Spannung, Durchgehen einer Sicherung usw., jede Fehlschaltung des Parallelschaltrelais zu verhüten, ist der Triebmagnet des Zeitorgans an die Spannung des zuzuschaltenden Generators angeschlossen. Fig. 7 zeigt die Ausführung des beschriebenen Parallelschaltrelais.

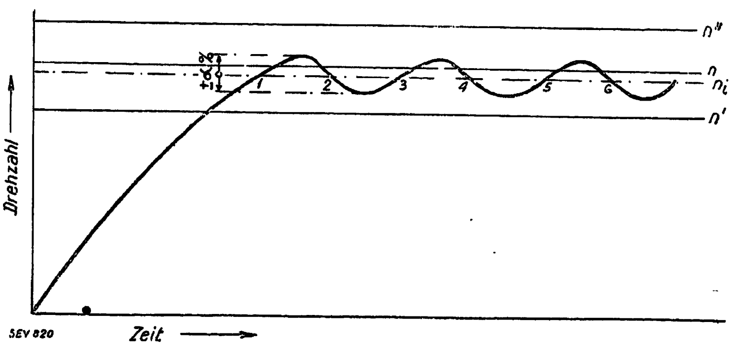


Fig. 8.
Verlauf der Drehzahl der zuzuschaltenden Maschine beim Anlassen und Parallelschalten mittels Pendelungen.

Das Anlassen.

Da das Parallelschaltrelais den Synchronismus nur anzeigt, nicht aber herbeiführen kann, müssen für das Anlassen der Gruppen und das Regulieren auf die Netzdrehzahl besondere Einrichtungen vorgesehen werden.

Das erste in Europa bekannt gewordene System ging davon aus, dass der Synchronismus nur dann eintritt, wenn bei Drehzahlgleichheit die Spannungen in Phase sind und dass es daher am zweckmässigsten ist, die Bedingungen für sein Zustandekommen durch mehrmaliges Hindurchführen der Maschinendrehzahl durch die Netzdrehzahl zu schaffen.

Der Anlauf der automatisch betriebenen Einheiten wurde daher so gesteuert, dass die Drehzahl der zuzuschaltenden Maschine möglichst rasch die Drehzahl des

Netzes erreichte und sogar übertraf. Dann wurde zuerst durch ein Pendelrelais, das an eine mit der Maschine gekuppelten Tachometerdynamo angeschlossen war, später durch einfache Umschaltkontakte am Pendel des Drehzahlerregers selbst die Drehzahl der zuzuschaltenden Maschine zu regelmässigen Pendelungen von wenigen Prozenten um die Netzdrehzahl veranlasst, so dass an den Punkten, die in Fig. 8 mit 1, 2, 3, 4 usw. bezeichnet sind, d. h. da, wo die Kurve der Maschinendrehzahl die Gerade der Netzdrehzahl schneidet, dem Parallelschaltrelais Gelegenheit zum eventuellen Ansprechen gegeben wurde. Diese Lösung, die an sich sehr geschickt war, leidet an zwei grossen Nachteilen. Erstens war die Aenderungsgeschwindigkeit der Maschinendrehzahl gerade in diesen Punkten am grössten, so dass die Schwebungen sehr kurz und steil verliefen. Es musste also entweder das Parallelschaltrelais grob eingestellt werden, oder dann verging eine geraume Zeit, bis die Parallelschaltung stattfinden konnte. Diese Pendelungen von $\pm\ a\%$ fanden aber in Wirklichkeit nicht um die wirkliche Netzdrehzahl n statt, sondern um eine ideale, am Drehzahlregler der Turbine eingestellte Drehzahl n_i, die vielleicht der mittleren Netzdrehzahl entsprach. Wies das betreffende Netz etwas grosse Frequenzschwankungen auf, so kam es sogar vor, dass die automatische Gruppe überhaupt nicht mehr zur Parallelschaltung kam, da, wie z. B. in Fig. 8 durch die Geraden n' oder n'' angedeutet ist, die Pendelungen im Anlaufdiagramm die Netzfrequenz nicht mehr schneiden konnten. Dieser gewichtigste Nachteil kann bei grossen Differenzen in der Netzdrehzahl nicht einmal mehr durch die Vergrösserung der Amplituden der Drehzahlpendelungen behoben werden.

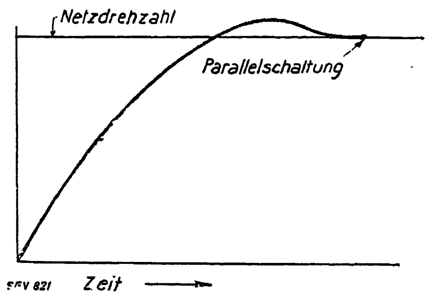


Fig. 9.
Verlauf der Drehzahl der zuzuschaltenden Maschine beim Anlassen und Parallelschalten in Funktion der Drehzahl- (Frequenz-) Differenz.

Die technisch richtigste Lösung des Problems des Anlassens der automatischen Gruppen kann man aber sehr leicht erhalten, sobald man die Drehzahl der Primärmaschine, d. h. hier der Wasserturbine, in Abhängigkeit der Differenz zwischen ihr und der Netzdrehzahl hinaufreguliert, d. h. die Oeffnungsgeschwindigkeit der Turbine proportional dieser Differenz macht. Der Anlauf erfolgt dann nach einer der Fig. 9 ähnlichen Kurve.

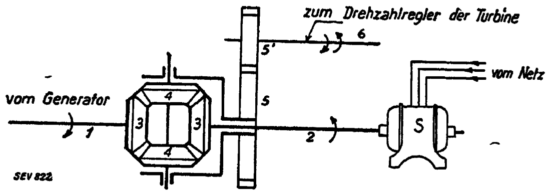


Fig. 10.
Bildung der Drehzahldifferenz mittels Differentialgetriebe.

Die Drehzahl nimmt zuerst von Null an sehr rasch zu, dann immer langsamer, um nach einem leichten Uebersteigen der Netzdrehzahl langsam in sie hineinzulaufen.

Der Anlauf in Funktion der Drehzahldifferenz kann konstruktiv auf verschiedene Weise erreicht werden.

Die Bildung der Drehzahldifferenz auf mechanischem Wege ergibt die einfachste Lösung. Man verwendet hiezu ein kleines Differentialgetriebe, dessen eine Welle direkt oder indirekt vom zuzuschaltenden Generator, die andere von einem am Netz angeschlossenen Synchronmotor S angetrieben wird (Fig. 10). Die von den beiden Planetenrädchen abgenommene Differenzdrehzahl wird über das Stirnradgetriebe 5—5' auf die Welle 6 übertragen, die direkt den Drehzahlregler der Turbine beeinflusst. Letzteres geschieht am zweckmässigsten an der Rückführung des Reglers, so dass seine übrige Einstellung davon nicht berührt wird. Den gefälligen Zusammenbau des Differentialgetriebes mit den beiden Tachometermotoren zeigt Fig. 11.

Zur Bildung der Drehzahldifferenz auf elektrischem Wege (Fig. 12) benötigt man zwei Tachometerdynamos, die gleich wie die beiden Hauptwellen des Differentialgetriebes angetrieben werden.

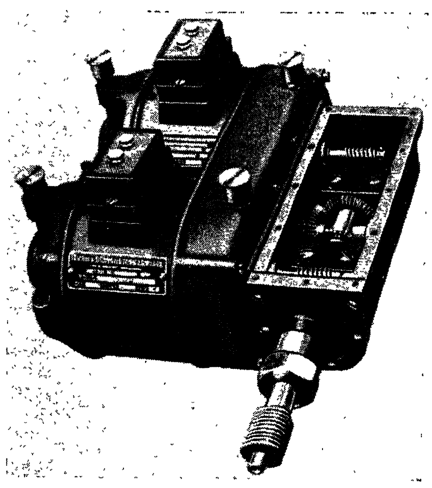


Fig. 11.
Drehzahlreguliereinrichtung.

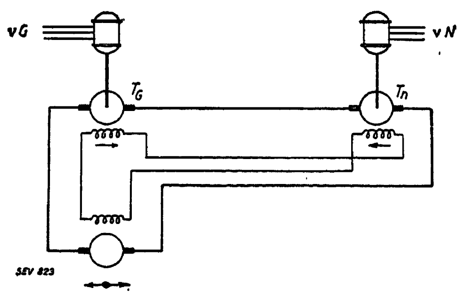


Fig. 12.
Bildung der Drehzahldifferenz mittels Tachometerdynamos.

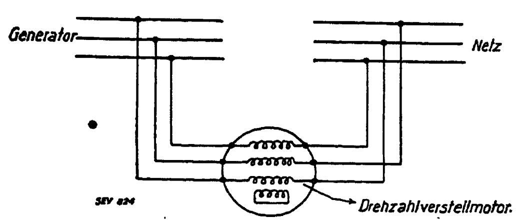


Fig. 13.
Bildung der Drehzahldifferenz von Drehstromnetzen mittels Drehstrommotor.

Die Tachometerdynamos sind so bemessen, dass in dem in Frage kommenden Bereich nicht nur ihre Drehzahlen, sondern auch ihre Spannungen genau proportional einerseits der Drehzahl des Netzes und anderseits der Drehzahl der zuzuschaltenden Maschine sind. Die Anker der Tachometerdynamos sind nun gegeneinander und in Serie mit dem Anker des üblichen Drehzahlverstellmotors geschaltet. Die Magnetwicklungen werden alle an die Tachometerdynamo T_n oder an eine Fremdstromquelle (Batterie) angeschlossen. Es ist nun ohne weiteres klar, dass sich der Drehzahlverstellmotor sofort drehen wird, sobald die Drehzahlen der beiden Tachometerdynamos verschieden sind, und zwar um so rascher, je grösser diese Drehzahldifferenz ist. Aendert die Drehzahldifferenz ihr Vorzeichen, so kehrt auch die Drehrichtung des Drehzahlverstellmotors um. Dieser beeinflusst in gleicher Weise die Beaufschlagung der Turbine über die Rückführung des Drehzahlreglers. Es wird also auch hier wie beim Differentialgetriebe die zuzuschaltende Maschine mit ihrer Drehzahl der Frequenz des Netzes folgen und so in den synchronen Lauf hineingezogen.

Die Drehzahldifferenz kann endlich noch bei Drehstromanlagen auf elektromagnetischem Wege gebildet werden durch Verwendung eines ähnlich wie ein Synchronoskop mit umlaufendem Zeiger geschalteten Drehstrommotors als Drehzahlverstellmotor (Fig. 13).

Die eine Phase der offenen Statorwicklung wird zwischen gleiche Pole von Generator und Netz, die beiden andern übers Kreuz zwischen ungleiche Pole geschaltet. Der Anker des Motors wird mit einer kurzgeschlossenen oder mit Gleichstrom gespeisten einphasigen Wicklung versehen. Es entsteht im Motor ein pulsierendes Wechselfeld, das sich mit einer der halben Differenzdrehzahl entsprechenden Geschwindigkeit im Raume dreht und den Rotor mit sich reisst.

Diese letztere Methode der Bildung der Drehzahldifferenz ist nur bei Drehstromanlagen anwendbar, während die beiden ersterwähnten den Vorzug der allgemeinen Verwendbarkeit aufweisen.

Sowohl in Amerika wie in Europa sind Anlassysteme entwickelt worden, die zum Unterschiede mit den drei oben erwähnten Methoden die Drehzahldifferenz nicht direkt zur Regulierung verwenden, sondern als Zwischenglied einen Regulierapparat

gebrauchen. Bei einem bekannt gewordenen System wird die Drehzahldifferenz ebenfalls mit einem Differentialgetriebe gebildet; die Differenzwelle wirkt aber über eine Rutschkupplung auf einen Umschalthebel und steuert so die Turbine indirekt über eine elektrische Drehzahlverstellvorrichtung.

Bei einem andern System (Fig. 14) werden zwei gleich starke Motoren, wovon der eine an die Spannung des Netzes, der andere an die Spannung der Sammelschienen angeschlossen ist, starr zusammengekuppelt. Der rascher laufende Motor wird nun den andern als Generator antreiben und über die Kupplung elektrische Energie aus seiner Stromquelle in die andere hinüberschieben. Mit einem Wattmeter, d. h. einem Leistungsregler *LR* wird die Richtung des Energieflusses festgestellt und die Beaufschlagung der Turbine entsprechend reguliert durch Umschaltung des Drehzahlverstellmotors. Abgesehen von der Regulierung ohne eigentliche Rückführung, die zu Pendelungen Anlass gibt, sind die indirekten Anlaufmethoden teurer und komplizierter als die direkten.

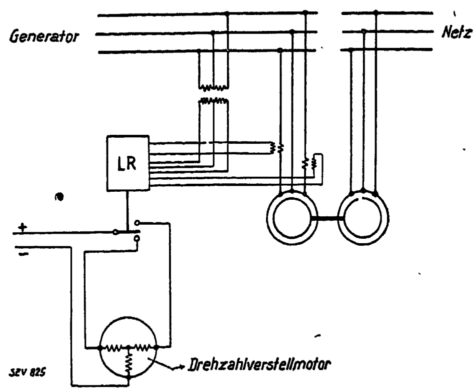


Fig. 14.
Bildung der Drehzahldifferenz mittels gekuppelter Motoren und Leistungsregler *LR*.

Die für den automatisch regulierten Anlauf und für das Parallelschalten auch der grössten Generatoren notwendigen Einrichtungen sind heute so einfach und betriebssicher, dass man wahrscheinlich schon in naher Zukunft dazu kommen wird, sie auch in bedienten Anlagen zur Entlastung des Personals und zur Verhütung von Fehlschaltungen anzuwenden. Für die Möglichkeit überhaupt des Baues von vollautomatischen Zentralen ist das sichere Funktionieren der Anlauf- und Parallelschalteinrichtung von fundamentaler Bedeutung.

Um deutlich darzulegen, wie überaus einfach sich nun die ganze Ausrüstung einer automatischen Anlage gestaltet, sei noch die Beschreibung eines Niederdruckwerkes beigefügt, das mit zwei Generatoren von 750 kVA ausgerüstet wird und zur Zeit in Montage ist.

Beschreibung der Arbeitsweise eines automatischen Niederdruckwerkes.

Die Arbeitsweise dieser Zentrale ist gegeben durch folgende Betriebsbedingungen:

1. Ausrüstung mit Synchrongeneratoren;
2. Inbetriebnahme ohne Steuerleitungen durch blosses Unterspannungsetzen der Hochspannungsleitung, die vom bedienten Kraftwerk zum automatischen Kraftwerk führt;
3. Anlauf von der Turbine aus;
4. Leistungsregelung in Abhängigkeit des Oberwasserstandes.

Das automatische Kraftwerk ist für völlig bedienungslosen Betrieb vorgesehen. Die In- und Ausserbetriebnahme kann selbsttätig erfolgen in Abhängigkeit der Zeit oder des Oberwasserstandes oder auf Veranlassung der Betriebsleitung durch blosses Schliessen oder Oeffnen der Hochspannungsleitung, die die bedienungslose Anlage mit dem Hauptwerk verbindet.

In allen Fällen werden sämtliche Betätigungen genau so ausgeführt wie bei einem Kraftwerk mit Bedienung. Die ordnungsgemässe Abwicklung wird dadurch gewahrt, dass jede abgelaufene Betätigung die nächstfolgende auslöst. Dadurch ist eine Verriegelung geschaffen, die jede Fehlschaltung ausschliesst, besser noch als es bei einer bedienten Anlage möglich ist.

Um das Werk automatisch zu betreiben, sind gegenüber der Ausrüstung eines modernen Werkes nur wenige zusätzliche Relais und einige Ergänzungen am hydrau-

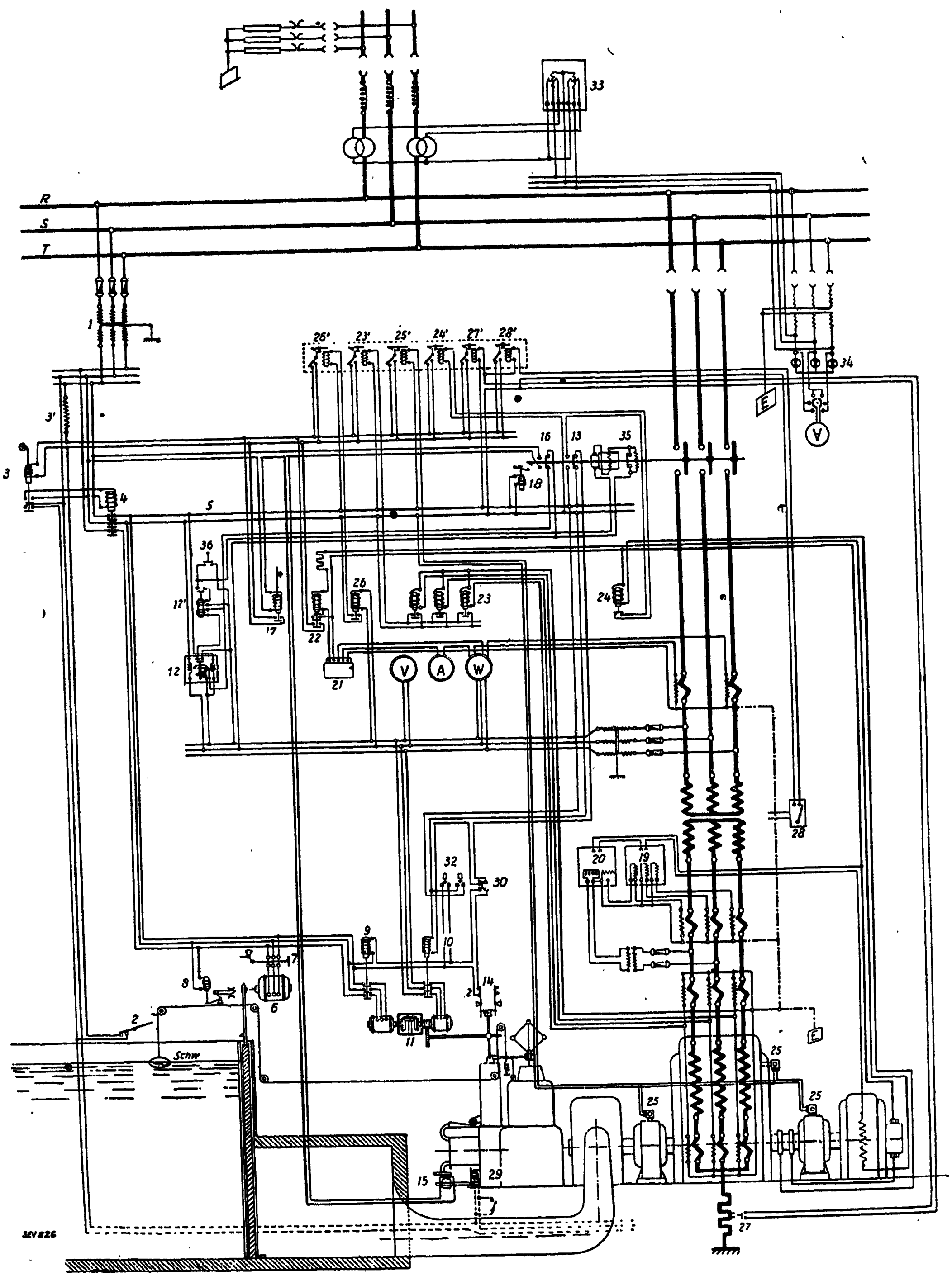


Fig. 15.
Schema eines automatischen Wasserkraftwerkes.
Betriebsweise:
A. Inbetriebnahme durch Unterspannungsetzen der Hochspannungsleitung;
B. Anlauf von der Turbine aus;
C. Leistungsregelung in Abhängigkeit vom Oberwasserstand (Schwimmerregulierung).

(Fortsetzung von Legende 15 siehe Seite 371.)

lischen Teil notwendig. Im vorliegenden Falle handelt es sich um ein Niederdruck-Laufwerk, dessen Leistung sich nach der zufliessenden Wassermenge zu richten hat. Es wurde daher eine Leistungsregelung nach dem *Oberwasserstande* angenommen. Hat man bei einer Anlage eine gewisse Akkumuliermöglichkeit, die man ausnützen will, so wird die Anlage entweder als Grundbelastungswerk mit konstanter Beaufschlagung oder als Spitzenwerk mit frei laufenden, auf Drehzahl regulierten Turbinen betrieben. In beiden Fällen tritt an Stelle der Regulierung auf Oberwasserstand die Leistungsbegrenzung resp. In- und Ausserbetriebnahme in Abhängigkeit des Wasserstandes hinzu.

Für die Wasserstandsregulierung der einzelnen Turbinen wurden einfache Schwimmer mit mechanischer Uebertragung des Oberwasserstandes auf die Turbinenregler angenommen. Die Zu- oder Abschaltung der einzelnen Turbinen erfolgt je nach dem Belastungsgrad der bereits im Betriebe befindlichen Gruppe. Der Drehzahlregler ist mit einer durch Riemen angetriebenen Druckölpumpe nebst der üblichen Drehzahlverstelleinrichtung mit Elektromotor versehen, mit welcher der Leitapparat ganz geöffnet oder geschlossen werden kann.

Da es sich um eine Niederdruckanlage handelt, muss für den Antrieb des Turbinenabsperrorgans an Stelle des bei Hochdruckanlagen üblichen hydraulischen Servomotors ein Elektromotor treten. Das Schliessen hat durch das Eigengewicht der Klappe, eventuell unterstützt durch Fallgewichte oder Federn zu erfolgen.

Im elektrischen Teil kommen nur wenige Relais dazu. Wie jedes moderne Werk ist das automatische Werk mit Spannungsregler und eventuell mit Ueberstromschutzregler, mit Selektivschutz für den Generator und seinem eventuellen Transformator (Differentialrelais), mit Fernsteuerung des Generatorschalters und mit Synchronisiereinrichtung versehen.

Inbetriebnahme.

Soll das automatische Werk in Betrieb genommen werden, so wird in der Hauptzentrale der Oelschalter der Hochspannungsleitung, die die Energie der bedienungslosen Anlage zum Hauptwerk führt, geschlossen. Die Sammelschienen des automatischen Werkes und damit auch der Stationstransformator 1 (Fig. 15) kommen dadurch unter Spannung.

Solange die Anlage im wasserbaulichen Teil in Ordnung ist, d. h. solange die Schützen und speziell die Leerlaufschützen dicht halten, nimmt der Oberwasserspiegel seine normale Lage ein, und der Schwimmer 2 schliesst den Stromkreis des Einschaltzeitrelais 3. Dieses zieht seinen Anker an und gibt nach Ablauf einer eingestellten Zeit über das Einschaltrelais 4 Spannung auf die Hilfssammelschienen 5, an denen alle Relais und Einschalt- und Auslösspulen angeschlossen sind.

Der Hubmotor 6 des Schiebers der ersten Turbine fängt sofort an zu laufen, da er direkt von den Hilfssammelschienen gespeist und sein Endschalter 7 geschlossen ist. Der Turbinenschieber wird nun langsam hochgezogen, bis er in der obersten Stellung einklinkt und durch den Schützensperrmagneten 8 festgehalten wird. Sobald

---

Fortsetzung von Legende 15.

1 Stationstransformator
2 Wasserminimalkontakt
3 Einschalt-Zeitrelais
3' Vorschaltwiderstand
4 Einschalt-Hüpfer
5 Hilfssammelschienen
6 Hubmotor
7 Endschalter des Hubmotors
8 Schützenblockiermagnet
9 Verstellmotor-Relais
10 Verstellmotor-Relais
11 Drehzahlverstelleinrichtung
12 Parallelschaltapparat
12' Hüpfer zum Parallelschaltapparat
13 Umschaltkontakt am Generatorschalter
14 Endabstellkontakt
15 Minimalbelastungsschalter
16 Hilfsumschalter am Oelschalter
17 Abschalt-Zeitrelais
18 Nullspannungsspule am Oelschalter
19 Stromregler
20 Spannungsregler
21 Maximalstrom-Relais
22 Erregerspannungs-Relais
23 Differential-Relais
23' Differential-Fallklappenrelais
24 Minimal-Erregerstromrelais
24' Erregerstrom-Fallklappenrelais
25 Thermokontakte
25' Temperatur-Fallklappenrelais
26 Maximalspannungs-Relais
26' Maximalspannungs-Fallklappenrelais
27 Thermokontakt
27' Temperatur-Fallklappenrelais
28 Buchholzschutzapparat
28' Buchholzschutz-Fallklappenrelais
29 Maximalbelastungsschalter
30 Schalter für Handbetätigung
31 Druckknöpfe für Handsteuerung der Drehzahl
32 Druckknopfschalter für Schaltersteuerung
33 Zähler
34 Isolationsprüfeinrichtung
35 Fernantrieb am Oelschalter
36 Druckknopfschalter für Schaltersteuerung

Als dieser Magnet spannungslos wird, löst er die Verklinkung und der Schieber schliesst sich. Während des langsamen Oeffnens des Schiebers fängt die Turbine, die von der letzten Abstellung her noch offen ist, an zu laufen. Die riemengetriebene Druckölpumpe des Drehzahlreglers läuft mit, so dass sie schon vor Erreichen der halben Normaldrehzahl genügend Druck hat, um dem Drehzahlregler das Arbeiten zu ermöglichen. Mit dem Unterspannungsetzen der Hilfssammelschienen 5 haben auch die beiden Verstellmotorrelais 9 und 10 ihre Anker angezogen und die Drehzahlverstelleinrichtung 11 so geschaltet, dass ihre Drehzahl stets proportional der Differenz zwischen der Frequenz des Netzes und der Frequenz der anlaufenden Gruppe bleibt. Sie wird also sehr rasch anfangen zu drehen und schliesst über die Rückführung des Drehzahlreglers und mit Hilfe seines Servomotors die Turbine, sobald ihre Drehzahlkurve die der Frequenz des Netzes entsprechende Gerade schneidet. Nach einer leichten, durch die Oeffnungsgeschwindigkeit des Turbinenabsperrschiebers regulierbaren Erhöhung der Drehzahl über die definitive läuft sie asymptotisch in die Netzdrehzahl hinein. Die zuzuschaltende Gruppe folgt nun mit ihrer Drehzahl dauernd der Frequenz des Netzes und wird so in den Synchronismus hineingezogen. Die Spannung des Generators wird durch einen automatischen Spannungsregler 20 eingestellt, so dass nur noch das Eintreten der Phasengleichheit abzuwarten ist. Der Parallelschaltapparat 12 stellt nun den Moment des Synchronismus fest, und sobald die Schwebungen langsam genug sind, schaltet er die Maschinen parallel aufs Netz.

Diese Schaltung ergibt ein sicheres Anlaufen und glattes, stossloses Parallelschalten der Gruppen, das von der jeweiligen absoluten Grösse der Netzfrequenz völlig unabhängig ist.

Die Gruppe läuft nun parallel am Netz und muss nur noch belastet werden. Es erfolgt dies dadurch, dass der Umschaltkontakt 13 auf der Welle des Generatorschalters das Verstellmotorrelais 10 abschaltet. Durch das Abfallen des Relais 10 wird die Drehzahlverstelleinrichtung umgeschaltet und öffnet jetzt mit konstanter Geschwindigkeit die Turbine, bis bei voller Beaufschlagung der Endabstellkontakt 14 das erste Relais 9 ebenfalls abschaltet. Von nun an erfolgt die Regelung der Belastung der Gruppe durch den Schwimmer in Abhängigkeit der zufliessenden Wassermenge, d. h. auf konstanten Oberwasserspiegel. Es muss lediglich durch die Schwimmerregulierung auch der Endkontakt 14 so mitgenommen werden, dass er geöffnet wird, sobald die Beaufschlagung der zufliessenden Wassermenge entspricht.

Ausserbetriebnahme.

Diese kann beabsichtigt betriebsmässig und automatisch bei Störungen erfolgen.

a) Die beabsichtigte betriebsmässige Ausserbetriebnahme wird im Hauptwerk eingeleitet durch Ausschalten des Oelschalters der Leitung, die zum automatischen Kraftwerk führt. Dadurch wird die Turbine entlastet; der Drehzahlregler wird sie demnach schliessen bis zur Beaufschlagung, die zur Deckung der Leerlaufverluste der Gruppe nötig ist. In dieser Lage ist dann der Minimalbelastungsschalter 15 geschlossen, und da der Hilfsschalter 16 am Oelschalter ebenfalls Kontakt macht, beginnt das Abschalt-Zeitrelais 17 abzulaufen. Dieses Zeitrelais verhindert die völlige Abstellung des automatischen Kraftwerkes bei Belastungsschwankungen usw. und wird auf so lange Zeit eingestellt, dass es bei der Inbetriebnahme von der Parallelschaltung bis zur Belastung nicht abzulaufen vermag. Kommt 17 bei der Ausserbetriebnahme zum Ablauf, so überbrückt es das Einschaltzeitrelais 3, so dass dieses seinen Anker fallen lässt. Dadurch werden die Hilfssammelschienen 5 spannunglos. Der Schützensperrmagnet 8 löst die Verklinkung des Turbinenschiebers; dieser fällt herunter und schliesst die Turbine ab. Da die Nullspannungsspule 18 des Oelschalters nun ohne Spannung ist, löst sie den Oelschalter aus. Der Endschalter 7 des Schieberhubmotors schliesst sich, der Motor selbst aber bleibt stromlos, bis das Relais 3, resp. 4, sich wieder schliesst. Nun ist die Gruppe vollständig stillgestellt, jedoch bereit, wieder in Betrieb zu gehen, sobald die Leitung zum Hauptwerk erneut unter Spannung gesetzt wird.

b) Die automatische Ausserbetriebnahme bei Störungen erfolgt in genau gleicher Weise wie oben beschrieben, mit dem Unterschied, dass das Kurzschliessen des Einschaltrelais 3 nicht durch den Minimalbelastungsschalter 15, resp. das Zeitrelais 17, besorgt wird, sondern von demjenigen Schutzrelais, welches die Störung festgestellt hat.

Man kann zweierlei Störungen unterscheiden, bei denen das automatische Kraftwerk stillgesetzt werden muss:

1. *Aeussere Störungen.* Diese sind vorübergehender Natur und können bestehen aus: Wassermangel, Kurzschlüssen und starken Spannungsschwankungen im Netz.

Bei unzulässigem Sinken des Wasserspiegels durch Undichtigkeit oder Oeffnen der Leerlaufschütze usw. öffnet der Schwimmer seinen Kontakt 2 und unterbricht so den Stromkreis des Einschaltrelais 3 so lange, bis wieder genügend Wasser da ist.

Bei Kurzschlüssen im Netze wird zuerst der Ueberstromschutzregler 19 in Tätigkeit treten und den vom automatischen Werk abgegebenen Kurzschlusstrom auf eine bestimmte Grösse, z. B. 1,5 mal Normalstrom, heruntersetzen. Dauert der Kurzschluss länger als die am Maximalstromrelais 21 eingestellte Zeit (beispielsweise acht Sekunden), so spricht dieses an und überbrückt das Einschaltrelais 3 mit Hilfe eines an die Spannung der Erregermaschine angeschlossenen Relais 22. Dieses Relais hat eine sehr tiefe Abfallspannung und wird also beim Auslaufen der abgestellten Gruppe seinen Anker verhältnismässig lange halten. Dadurch wird eine gewisse Zeit zwischen der Abstellung durch das Maximalstromrelais und der eventuellen Wiederinbetriebnahme bei Wiedererscheinen der Netzspannung gelegt, so dass intermittierende Kurzschlüsse keine Pendelungen des automatischen Werkes hervorrufen werden. Obwohl das Relais 22 kein Zeitwerk besitzt, funktioniert es also wie ein Zeitrelais.

Bei starken Spannungssenkungen im Netze werden dieselben Erscheinungen wie bei Kurschlüssen hervorgerufen.

Bei allen äusseren Störungen muss die Ausserbetriebnahme des automatischen Werkes derart erfolgen, dass sie sofort nach Verschwinden der Störung selbsttätig wieder in Betrieb gehen kann.

2. *Innere Störungen.* Diese können elektrischer oder mechanischer Natur sein: Kurz-, Windungs- oder Erdschlüsse im Generator oder in seinem zugehörigen Transformator; Defekt im Erreger, so dass der Generator keine Eigenerregung mehr hätte, Defekte in den Lagern der Turbine oder des Generators, Defekte im Drehzahlregulator, die ein eventuelles Durchbrennen der Gruppe zur Folge haben könnten usw. Alle diese Störungen haben bleibenden Charakter, und es muss daher die selbsttätige Wiederinbetriebnahme der Zentrale unbedingt verhindert werden, bis eine Revision stattgefunden hat und der Fehler behoben wurde.

Es erfolgt daher die Abstellung, d. h. das Kurzschliessen des Einschaltzeitrelais 3, nicht direkt durch die betreffenden Schutzrelais, sondern über Klappenrelais, die neben der Lokalisierung der Fehler auch die Sperrung des Anlaufens besorgen.

Bei Schlüssen in Generatoren oder Transformatoren spricht der Selektivschutz (Differentialschutz 23) an. Bei Fehlern im Erreger spricht das Minimalerregerstromrelais 24 an und leitet das Abstellen ein. Bei länger dauerndem Erdschluss spricht der Temperaturkontakt 27 des Erdungswiderstandes an und stellt ab über Klappe 27'.

Bei Defekten in den Lagern, die sich durch Temperaturerhöhungen bemerkbar machen, sprechen die Thermokontakte 25 an. Alle Thermokontakte haben ein gemeinsames Klappenrelais 25'. Die nähere Lokalisierung des Fehlers findet an den Thermokontakten selbst statt, die alle mit einer Kontaktverriegelung und mit einer Fallklappe versehen sind.

Thermokontakte können auch im Oel des Transformators, im Eisen oder in den Luftkanälen des Generators angebracht werden. Will man die Temperatur der Wicklungen unmittelbar messen und überwachen, so muss eine Wechselstrombrückenschaltung mit Isoliertransformatoren angewendet werden.

Tritt ein Defekt im Drehzahlregler der Turbine beim Anlassen auf, so erfolgt bei den meisten Reglerkonstruktionen ein Schliessen der Turbine. Ist dies nicht der

Fall, oder versagt die hydraulische Schutzeinrichtung, dann kommt die Gruppe zum Durchbrennen. Dies ergibt ein rasches und starkes Ansteigen der Spannung des Generators, das durch den Spannungsregler nicht mehr bewältigt werden kann. Dann spricht das von der wachsenden Periodenzahl unabhängige Maximalspannungsrelais 26 an, stellt ab und sperrt das Werk.

Im Hauptwerk wird das Ausfallen des automatischen Werkes an den Wattmetern ersichtlich. Daraufhin muss eine Revision veranlasst werden. An den Klappen auf dem Störungstableau erkennt der revidierende Beamte sofort, wo der Fehler, der zur Abstellung geführt hat, liegt, was eine wertvolle Zeitersparnis ergibt. Nach Behebung des Fehlers und Heraufstellen der Klappe läuft das Werk wieder selbsttätig an, sofern der Linienschalter in dem Werk geschlossen ist.

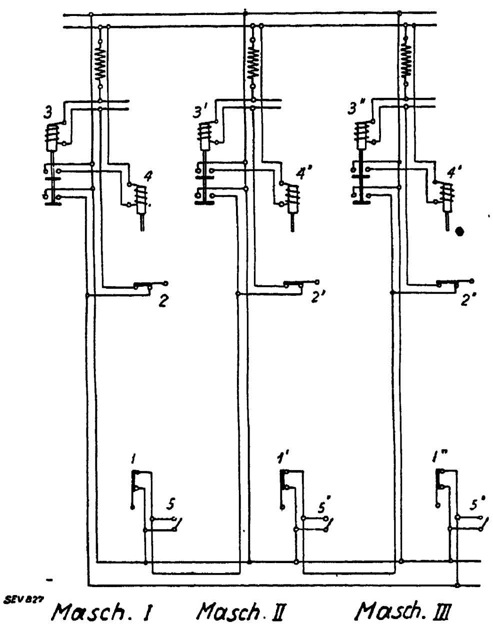


Fig. 16.
Schema der Einschaltleitungen eines automatischen Kraftwerkes mit mehreren Maschineneinheiten.

Automatisches Kraftwerk mit mehreren Generatoren.

Ist das Werk mit mehreren Gruppen ausgerüstet, so wird deren stufenweise Inbetriebnahme von der zufliessenden Wassermenge, d. h. von der Belastung der bereits im Betrieb stehenden Gruppe, resp. Gruppen, abhängig gemacht. Es muss lediglich der Regulierapparat der Turbinen zum bereits erwähnten Minimalbelastungskontakt 15 noch einen Maximalbelastungskontakt 29 erhalten, der für die als zweite resp. dritte usw. arbeitende Turbine die Rolle des Schwimmerkontaktes der ersten Turbine übernimmt. Das Schliessen des Stromkreises des Einschaltrelais der nächsten Turbine erfolgt aber nicht direkt, sondern über das Einschalt-Zeitrelais 3, so dass kurzzeitige Belastungsstösse keine Schaltungsänderungen hervorrufen können. Am Ende seines Zeitablaufes schliesst das Einschaltzeitrelais 3 nicht nur den Stromkreis des Einschaltrelais 4, sondern auch einen Haltekreis, mit dem es den Maximalbelastungkontakt 29 der vorangegangenen Turbine so lange überbrückt, bis die Belastung der im Betrieb stehenden Gruppen unter $\frac{1}{n}$ Vollast der einzelnen Gruppen beträgt. Die Schaltung jeder Gruppe ist dieselbe wie oben beschrieben, so dass die In- und Ausserbetriebnahme im übrigen in gleicher Weise erfolgt.

Der Minimalbelastungskontakt der ersten Turbine muss auf Leerlauf gestellt werden, der Kontakt der zweiten Turbine auf $\frac{1}{2}$ Vollast, der der dritten Turbine auf $\frac{1}{3}$, der der n^{ten} Turbine auf $\frac{1}{n}$ Vollast.

In Fig. 16 ist das Beispiel eines Schemas für die aufeinander folgende Einschaltung der verschiedenen Gruppen eines automatischen Kraftwerkes dargestellt. 1 ist der Maximalbelastungskontakt, 2 ein Sperrkontakt, der nur bei Störungen in der Erzeugeranlage des Betriebsmittels (z. B. unzulässige Senkung des Druckes, hier Wasserstandskontrolle durch Schwimmer) sich öffnet, sonst aber geschlossen bleibt, 3 ist das vorgeschaltene Zeitorgan, 4 das die Inbetriebnahme steuernde Einschaltrelais.

Ist nun die Gruppe I infolge reichlichen Zuflusses des Betriebsmittels vollbelastet, so schliesst sich der Kontakt 1. Dadurch wird über Kontakt 2′ der Stromkreis des Zeitorgans 3′ geschlossen. Dieses Relais zieht an, hält sich mit dem untern Kontakt fest, während es mit dem obern das Einschaltrelais 4′ einschaltet. Nun wird die Gruppe 2 automatisch in Betrieb gehen und sich entsprechend dem Betriebsmittelzufluss belasten.

Damit die erste Gruppe überhaupt in Betrieb gehen kann, muss der Maximalbelastungskontakt der letzten Gruppe stets geschlossen sein, auch wenn diese Gruppe nicht im Betriebe ist. Es lässt sich dies durch einen von Hand zu bedienenden Ueberbrückungsschalter 5 erreichen. Damit die einmal festgelegte Reihenfolge des Anlaufens der verschiedenen Gruppen beliebig gewählt werden kann, wird zweckmässigerweise jede Gruppe mit dem Schalter 5 ausgerüstet.

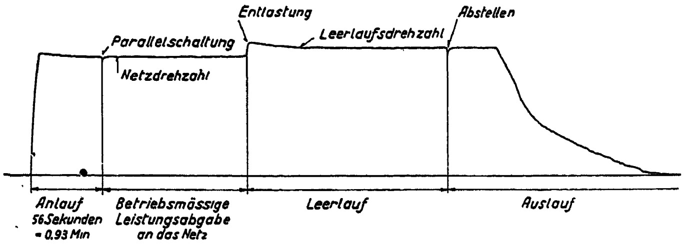


Fig. 17.
Tachogramm der Inbetrieb- und Ausserbetriebnahme eines automatischen Wasserkraftwerkes.

Die Reihenfolge der Zu- und Abschaltungen wird für eine bestimmte Betriebsperiode festgelegt, kann aber jederzeit in beliebiger Weise abgeändert werden durch die Einstellung der Minimalbelastungskontakte und durch Schliessen des Schalters 5.

Die Wirkungsweise der Drehzahlreguliereinrichtung und das rasche Ansprechen des Parallelschaltrelais ist am besten aus dem beigefügten Tachogramm (Fig. 17) ersichtlich, das an einem automatischen Kraftwerk aufgenommen wurde, welches an der Weltausstellung 1929 in Barcelona zur Aufstellung gelangt.[1])

Betrieb mit Bedienung.

Die automatische Zentrale kann ohne weiteres und beliebig weitgehend mit Bedienung betrieben werden. Schaltet man den Schalter 30 für Handbetrieb aus, so kann man von Hand die Drehzahl einregulieren und mit Hilfe des Synchronoskopes die Parallelschaltung vornehmen, wobei der Oelschalter auch durch den Druckknopf 36 mittels seines Fernantriebes 35 eingeschaltet werden kann.

Die Elektrizitätsindustrie an der XIII. Schweizer Mustermesse in Basel.

Vom *Generalsekretariat des S.E.V. und V.S.E.*
(Ing. *M. Baumann*).

(08) 621.3

Die diesjährige dreizehnte Mustermesse, welche vom 13. bis 23. April in Basel stattfand, zeigte gegenüber dem Vorjahre eine kleine Abnahme der Ausstellerzahl (1083 : 1106). Von den unter der Gruppe „Elektrizitätsindustrie" zusammengefassten Firmen waren dieses Jahr 23 nicht mehr vertreten, welche im Jahre 1928 ihre Produkte an der Messe ausstellten. An ihre Stelle sind 16 andere Firmen getreten, welche im Vorjahre nicht, wohl aber zum Teil schon in früheren Messen zu den Ausstellern zu rechnen waren. Bemerkenswert ist, dass zu diesen Firmen auch die der Grosselektromaschinenindustrie angehörende Firma Brown, Boveri & Cie. zu zählen war, womit diese Industrie mit der S.A. des Ateliers de Sécheron zusammen zwei Vertreter an der diesjährigen Mustermesse aufwies.

Im folgenden versuchen wir, einige Eindrücke wiederzugeben, die uns ein Besuch der Gruppe „Elektrizitätsindustrie" an der diesjährigen Mustermesse hinterlassen

[1]) Siehe Bulletin S.E.V. 1929, No. 12, Seite 401.

hat. Dabei sei ausdrücklich erwähnt, dass dieser Bericht weder alle Aussteller, noch alle ausgestellten Objekte umfassen kann; genaue Auskunft darüber gibt der offizielle Katalog der Schweizer Mustermesse.

Elektrische Koch-, Heiz- und andere Wärmeapparate.

Der Umstand, dass die elektrische Küche und die Warmwasserzubereitung sich in den Haushaltungen immer mehr einbürgern, bringt es mit sich, dass diesem Zweig der Industrie in unserem Lande grössere Aufmerksamkeit gewidmet wird als früher. Dies beweist die diesjährige Mustermesse, indem die Ausstellung der Fabriken von Wärmeapparaten den Kern und Hauptteil der Gruppe „Elektrizitätsindustrie" bildet. Neben den von der letztjährigen Messe her bekannten Firmen sind dieses Jahr auch die Firmen Salvis-Luzern und Bachmann & Kleiner-Oerlikon vertreten.

Therma-Schwanden zeigt neben den von früheren Messen her bekannten Haushaltungsapparaten, wie Heisswasserspeicher, Familienherde, Kocher, Strahler, Schnellheizer, Wärmetrockenständer, Bügeleisen usw., besonders die für die Grossküche bestimmten Apparate. So sehen wir einen Hotelkochherd mit 3 runden Kochstellen von 300 bezw. 400 mm Durchmeser, 4 quadratischen Kochplatten von 400×400 mm und 3 im Unterteil eingebauten Back- und Bratöfen, wovon 2 beidseitig bedienbar sind. Zwei Kippkessel von 100 bis 150 Liter Inhalt, sowie ein Glührost, der zur raschen Zubereitung kleiner Gerichte dient, und ein Grillapparat sind beliebte Ergänzungen zu diesem Kochherde. Als Neuerung in Haushaltungsapparaten bringt die Firma einen unabhängig vom elektrischen Herd zu gebrauchenden Familiengrill und eine Sparkochplatte von ca. 11 cm Durchmesser auf den Markt. Letztere eignet sich speziell für die rasche Zubereitung von kleinen Mengen Speisen und Flüssigkeiten, für welche die Verwendung von grösseren Platten sehr unökonomisch wäre.

Im Stande der *Maxim-Aarau* finden wir im wesentlichen die gleichen Apparate vertreten wie bei der Therma. Die Verwendung von in der Leistung und in der Grösse normalisierten Kochplatten erlaubt deren leichtes Auswechseln im Falle eines Defektes an einem Kochherde. Wärmeschränke, Wärmeplatten, Leimkocher, Futterkocher usw. zeigen, dass die Elektrizität als Wärmeerzeuger auch im Gewerbe und in der Landwirtschaft Eingang gefunden hat.

Kummler & Matter-Aarau zeigt neben den verschiedenen Familienherden, Hotelherden, Heisswasserspeichern, Grills, Racletteöfen, Parabolöfen, Futterkochern usw. auch neuere Patisserieöfen. Ebenfalls ist die Sparkochplatte zu erwähnen, die bei dieser Firma in verschiedener Ausführung zu finden ist.

Die *Fabrik elektr. Oefen und Kochherde-Sursee* lenkt die Aufmerksamkeit der Besucher besonders auf ihre kombinierten elektrischen Gas-, bezw. elektrischen Kohlenfeuerkochherde. Daneben finden wir auch neue Modelle von nur rein elektrischen Backofenherden und Tischherden mit 1—3 Platten. Ferner zeigt die Firma verschieden grosse Heisswasserspeicher, elektrische Akkumulieröfen, Schnellheizer, Strahlöfen, Toasters, Kocher, Bügeleisen, sowie Kochkessel für landwirtschaftliche Zwecke.

Bei *Bachmann & Kleiner-Oerlikon* fallen vor allen die für die Grossküche bestimmten Apparate auf. So finden wir kippbare Kochkessel und Bratpfannen, wo im Gegensatz zu andern Fabrikaten beim Kippen des Kessels bezw. der Pfanne der Deckel nicht mitbewegt, sondern in vertikaler Stellung gehalten wird. Diese Anordnung gestattet ein bequemes und übersichtliches Arbeiten. Die an der „Saffa" sich gut bewährte elektrische Küchlipfanne ist hier ebenfalls zu sehen. Zur gleichmässigen Erhitzung des Fettes sind die Heizspiralen nicht nur am Grunde, sondern auch rings um das Gefäss herum angeordnet. Durch einen vierstufigen Regulierschalter lässt sich die Temperatur auf jeden im Betrieb gewünschten Grad einstellen. Der im Betriebe vorgeführte Grill-Salamander ist sogleich nach Einschalten des Stromes betriebsbereit und arbeitet mit verstellbarer Oberhitze. Zudem können Ober- und Unterhitze getrennt geschaltet und so auf verschiedene Intensität eingestellt werden. Ein elektrischer Kartoffeldämpfer erlaubt innerhalb von 30 Minuten

ca. 90 kg Kartoffeln garzukochen. Dabei kommen die Kartoffeln nicht direkt mit Wasser, sondern nur mit Wasserdampf in Berührung, wodurch dieselben viel schmackhafter ausfallen sollen. Brat- und Backöfen, Heisswasserapparate, Wärmeschränke und Toasters bilden ergänzende Apparate für die Grossküche. Zu erwähnen sind noch die von der Firma hergestellten elektrischen Wasser-Destillieranlagen, die bei 8—80 kW Anschlussleistung 10—100 Liter destilliertes Wasser in der Stunde liefern.

Salvis-Luzern zeigt als Neuerung Kochherde mit seitlich angebautem Backofen, die gegenüber gewöhnlichen Modellen leichter zu bedienen sind. Alle diese Herde sind mit den nach den S. E. V.-Normalien vorgeschriebenen doppelpoligen Regulierschaltern ausgerüstet, die in der Nullstellung die Platte allpolig vom Netz abschalten. Die Salvis-Doppelkochplatte, bestehend aus einer zentralen Platte von 154 mm Durchmesser (550—900 Watt) und einer äussern ringförmigen Platte von 220 mm Durchmesser (250—600 Watt) ist derart geschaltet, dass entweder die innere oder die äussere, oder beide Platten zusammen in Betrieb gesetzt werden können. Diese Anordnung hat den Vorteil, dass bei der Zubereitung von kleinen Mengen Speisen, wo oft nur kleine Kochgefässe notwendig sind, nur die innere Platte verwendet werden kann, wodurch entsprechende Energieersparnisse erzielt werden. Diese Platte lässt sich leicht in die früher von Salvis fabrizierten Kochherde einstecken.

Prometheus-Cortaillod stellt dieses Jahr wiederum seine bekannten Wand-, Steh- und Badespeicher aus. Daneben finden wir auch elektrisch beheizte Sterilisierapparate, Bronchitiskessel und andere Wärmeapparate für medizinische Zwecke. Parabol-Strahler, Bügeleisen, Siegellackwärme-, Wasser-, Tee- und Kaffeemaschinen u. a. m. beweisen, dass die Firma auch den kleinsten Haushaltungsapparaten grosse Aufmerksamkeit schenkt.

Sauter-Basel zeigt an Hand eines Schnittes durch einen Cumulus-Boiler dessen innern Aufbau und Wirkungsweise. Dabei wird besonders auch auf das neue Kontrollthermometer in Uhrenform hingewiesen, das Täuschungen in der Ablesung der Wassertemperatur des Boilers, wie dies oft bei den Längsthermometern vorkam, ausschliesst.

Borel-Cortaillod führt dieses Jahr wiederum einen elektrischen Härteofen im Betriebe vor. Daneben sehen wir auch einen für das Brennen keramischer Stoffe bestimmten elektrischen Ofen.

Arber-Biel lenkt die Aufmerksamkeit auf einen kombinierten elektrischen Kalt- und Warmwasserhahn, der in vielen Fällen an Stelle eines Heisswasserspeichers treten kann. Die Wassertemperatur kann von 18—40 °C reguliert werden, wobei im letzten Falle bei 2 kW Anschlussleistung die Durchflussmenge noch 1,85 Liter pro Minute beträgt. Doch lassen sich mit diesem Apparat bei anderem Anschlusswert und kleinerer Durchflussmenge auch Temperaturen bis zu 90 °C erreichen. Für Zahnärzte wird ein Arbohahn mit nur 120—200 Watt Leistungsaufnahme konstruiert, der normalerweise 4 Liter Wasser von 25—40 °C pro Stunde liefern kann.

Elektrische Maschinen und elektromotorische Anwendungen.

Moser, Glaser-Basel zeigt vor allem die den S. E. V.-Normalien für Kleintransformatoren entsprechenden Handlampentransformatoren, welche die Netzspannung auf 36 V reduzieren und so eine Gefahr für die die Handlampe bedienende Person auch in feuchten und nassen Räumen ausschliessen. Im weitern sehen wir neben kurzschlussicher gebauten Klingel- und Spielzeugtransformatoren bis zu 50 Watt Leistung auch den von früheren Messen her bekannten Prüfapparat für Schalter- und Transformatorenöle. Der strenge Winter 1928/29 hat die Firma veranlasst, einen Spezialtransformator zum Auftauen von eingefrorenen Wasserleitungen zu bauen.[1])

Kägi-Wädenswil bringt ebenfalls einen solchen Auftau-Transformator auf den Markt. Bei diesem kann durch ein Handrad am Transformator die Sekundärwindungszahl variiert werden.

[1]) Siehe auch Bulletin S. E. V. 1920 No. 12, Seite 334, und 1929 No. 6, Seite 174.

Rauscher & Stöcklin-Sissach zeigt einen Spezialtransformator, der dazu dient, das Einfrieren von Wasserleitungen zu verhindern. Dieser sog. Frostschutztransformator, der für eine Scheinleistung von ca. 80 VA gebaut wird, kann einen Sekundärstrom bis zu 80 Amp. liefern, je nach dem Querschnitt und der Länge des angeschlossenen Wasserleitungsrohres. Durch diesen Strom erwärmt sich die Wassersäule allmählich und das so vorgewärmte Wasser steigt in die Höhe und verhindert ein Einfrieren der Leitung. Neben diesem Spezialtransformator sehen wir noch grössere und kleinere gekapselte Transformatoren für Montage auf Stangen und diverse Kleintransformatoren für Handlampenanschluss.

Baier-Birsfelden stellt dieses Jahr wiederum seine bekannten hochtourigen Motoren (6000 T/min) aus, für welche sich besonders in der Holzindustrie immer mehr ein Bedürfnis geltend macht. Daneben finden wir auch Motoren mit normaler Tourenzahl, und zwar zum Teil in vollständig gekapselter Ausführung, wofür ein in Wasser eingetauchter und im Betriebe sich befindender Motor beredtes Zeugnis gibt.

Die *S. A. des Ateliers de Sécheron-Genf* führt neben der letztjährigen Universal-Wechselstromlichtbogen-Schweissanlage nun auch noch eine speziell für Stumpfschweissungen bestimmte Anlage im Betriebe vor. Die zusammenzuschweissenden Teile werden in der gewünschten Lage zwischen zwei Kupferelektroden eingespannt und durch Stromdurchgang auf die zum Schweissen notwendige Temperatur gebracht. Die Regulierung der Temperatur geschieht dadurch, dass am Schweisstransformator auf der Primärseite mittels eines Handrades die Windungszahl geändert wird. Dieser Apparat eignet sich auch vorzüglich zum Erhitzen von Schmiedestücken, Rohren usw., wo sonst eine Esse verwendet werden müsste.

Im Gegensatz zu Sécheron verwendet die Firma *Brown, Boveri & Cie.* für ihre Lichtbogenschweissung Gleichstrom, zu dessen Erzeugung ein mit einem Drehstrommotor gekuppelter Gleichstromgenerator dient. Das ganze Aggregat ist fahrbar eingerichtet. Die Lichtbogenspannung schwankt zwischen 18 und 25 V bei Schweissstromstärken von 60 bis 250 A. Die Lichtbogentemperatur beträgt bei diesen Stromstärken ca. 3500 bis 4000 °C. Diese Schweissanlage wird ebenfalls im Betriebe vorgeführt. Als weiteres Erzeugnis dieser Firma ist eine vollständige Anlage für Hauswasserversorgung zu sehen. Die mit Pumpen der Firma Gebr. Sulzer-Winterthur versehenen Aggregate werden in 11 verschiedenen Typen für Förderungen von 0,3—6,6 Liter per Sekunde und eine manometrische Förderhöhe von 10—70 m hergestellt. Zahlreich ausgestellte Drehstrommotoren, darunter auch solche mit Zentrifugalanlasser, zeigen, dass die Firma auch auf diesem Gebiete vorzügliches zu leisten versteht. Auffällig ist, dass bei den verschiedenen Spezialausführungen immer wieder das gleiche Gehäuse, das sog. Einheitsgehäuse mit Anbauflansch zu finden ist. Dies hat für die Firma den Vorteil, dass weniger verschiedene Modelle auf Lager gehalten werden müssen. Schliesslich ist noch ein elektrischer Glühofen zu erwähnen, bei welchem die Temperatur automatisch auf $1000 \pm 5\,^{0}$C konstant gehalten wird.

Schindler-Luzern zeigt eine Serie Drehstrom-Kurzschluss-Ankermotoren von 0,5—15 PS.

Die *Six-Madun-Werke-Sissach* führen ihren verbesserten Staubsaugapparat vor. Dieser in Verbindung mit dem Heissluftapparat dient als Haartrockner und Heissluftdusche, während er mittels eines Gummischlauches an die Sprudeleinrichtung angeschlossen, jede vorhandene Badeeinrichtung in ein Sprudelbad umwandeln lässt. Als der Hausfrau willkommene Ergänzung zum Staubsauger ist schliesslich noch der in neuester Zeit von den Six-Madun-Werken ebenfalls in verbesserter Form auf den Markt gebrachte Bodenblocher zu erwähnen.

Eine besonders für Hotels oder grössere Betriebe geeignete Universal-Bodenputzmaschine mit Staubsauger wird von der Firma *Suter-Strickler-Horgen* gezeigt.

Fast feierlich mutet es an, wenn mitten in dem dumpfen Lärm, der von hunderten in der Ausstellung im Betrieb sich befindenden Maschinen erzeugt wird, plötzlich bei *Carl Maier-Schaffhausen* und *Grenier-Basel* die mit elektrischem Antrieb

ausgestatteten Kirchenglocken ihre Stimme erschallen lassen und unwillkürlich lenkt man seine Schritte diesen beiden Ständen zu.

Schalterapparate und Zubehör, Installationsmaterial.

Bei *Rauscher & Stöcklin-Sissach* fällt neben den Hochspannungs-Oelschaltern und Freileitungsschaltern besonders der neue, mit elektrischer Druckknopfsteuerung ausgerüstete Motor-Schutzschalter auf, der in dreipoliger Ausführung bis zu 40 A und 250 V oder 25 A und 500 V gebaut wird.

Brown, Boveri & Cie. zeigt an Hand eines im Betrieb sich befindenden Modelles die Wirkungsweise des neuen Schaltkastens Type M mit Paketwärmeauslöser. Dieser Schalter besitzt die Eigenschaft, dass er bei kurzzeitigen Stromstössen, die z. B. beim Anlaufen von Motoren auftreten, nicht auslöst, sondern erst dann den Stromkreis unterbricht, wenn die Ueberlastung längere Zeit andauert, so dass eine Gefahr für den angeschlossenen Apparat entstehen könnte. Neben diesem Schalter sind noch eine Reihe gewöhnliche Schaltkasten mit Sicherungen, sowie einige für Textilantriebe bestimmte Spezialschalter, welche sich für besonders grosse Schalthäufigkeit eignen, zu sehen.

Camille Bauer-Basel stellt diverse Materialien für Mastverankerung aus, darunter auch eine neue scheibenförmige Ankerplatte aus armiertem Beton, die ca. 1 m tief in den Boden eingegraben und mit dem normalen Aushubmaterial eingedeckt wird, was bei den früheren Ankern aus T- oder U-Eisen nicht möglich war. Dort musste der Anker besonders verkeilt und mit Steinen belastet werden, eine oft schwierige und zeitraubende Arbeit. Neben den von der Firma geführten Kabelzubehörden, Abzweigdosen, Idealarbeitslampen treffen wir diverse Drehschalter und Steckkontakte, die nach Angabe des Fabrikanten den neuen Vorschriften des S. E. V. entsprechen sollen.

Die von der Firma *Feller-Horgen* nach den S. E. V.-Normalien fabrizierten Drehschalter und Steckkontakte fallen besonders durch ihre gefällige und den in der Praxis gestellten Anforderungen Rechnung tragende Bauart auf. Wir finden da Ausführungen sowohl für Unterputz- wie auch für Aufputzmontage für trockene, feuchte und nasse Räume. Für Orte, wo die Apparate besonders starken mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt sind, liefert die Firma diese in gussgekapselter Ausführung. Alle Steckdosen, wie auch die neue transportable Mehrfachsteckdose, die, im Gegensatz zu den meisten heute auf dem Markt befindlichen Konstruktionen, durch horizontale Anordnung der Kontaktstiften gleichzeitig in allen Fällen den Anschluss von wenigstens zwei Steckern erlaubt, sind mit federnden Büchsen ausgerüstet, die eine gute Führung und Kontaktgabe des Steckers sichern. Der Hinweis auf die S. E. V.-Normalien, der in diesem Stande immer wieder zu treffen ist, wird sicherlich auch die besondere Aufmerksamkeit der Besucher auf die ausgestellten Objekte lenken.

Gardy-Genf zeigt neben einem dreipoligen 15 kV, 180 000 kVA Hochleistungsschalter diverses Hausinstallationsmaterial, nach den neuesten Vorschriften des S. E. V. erstellt. Wir finden da neben Abzweigdosen, Drehschaltern, Kipphebelschaltern, Regulierschaltern für Heizapparate besonders die neuesten Modelle von Schraub- und Stecksicherungen mit und ohne Nulleiterüberbrückung.

Im Stande von *Grossauer-Windisch-Brugg* und *Buser-Basel* sehen wir die verschiedenen Ausführungen von Schaltern, Steckdosen, Steckern, Abzweigdosen, Sicherungselementen, wie sie für den Gebrauch in Hausinstallationen in Frage kommen.

Die Drahtfabriken *Altdorf, Suhner-Herisau* und *Berthoud, Borel-Cortaillod* zeigen in reicher Auswahl ihre nach den S. E. V.-Normalien hergestellten Leiter. Insbesondere fällt bei Suhner die deutliche Sichtbarmachung des Qualitätskennfadens des S. E. V. auf.

Mess- und Kontrollinstrumente und Schaltapparate.

Trüb, Täuber-Zürich stellt dieses Jahr wiederum eine Reihe von Messinstrumenten aus, wie sie in Laboratorien und Elektrizitätswerken gebraucht werden.

Landis & Gyr-Zug bringt neben seinen bekannten Zählertypen für die verschiedenen Stromarten und dem bereits schon letztes Jahr im Betriebe vorgeführten „Maxigraphen“ als Neuerung eine direkt an das Lichtnetz anzuschliessende Uhr, die sog. „Inducta-Uhr“ zur Schau, welche nach dem Ferraris-Prinzip arbeitet.

Bei *Sauter-Basel* und *Ghielmetti-Solothurn* finden wir eine reiche Auswahl von Zeit- und Sperr-Schaltern, wie sie für Treppenhausbeleuchtungen, Mehrfachtarife usw. verwendet werden. Ebenso zeigen beide Firmen ihre nach verschiedenen Prinzipien gebauten elektrischen Temperaturreguliervorrichtungen für Warmwasserzubereitungsanlagen.

Chasseral-St. Imier ist besonders mit seinen Elektrizitätszählern vertreten.

Die *A.-G. für Schalterapparate-Bern* zeigt ihre unter der Schutzmarke SAIA eingetragenen Tarifschaltuhren und Steueruhren. Daneben sehen wir auch einen elektrischen Temperaturregulier-Apparat für Oeltransformatoren, der dafür sorgt, dass durch entsprechende automatische Regulierung der Kühlwasserzufuhr die Oeltemperatur konstant gehalten wird.

Verschiedenes.

Bei *B. A. G.-Turgi, Ritter & Uhlmann-Basel* und *Müller-Basel* finden wir Beleuchtungskörper für jeden Zweck und jeden Geschmack, angefangen von der einfachsten Tischlampe bis zum vollendetsten Hängeleuchter.

Die *Autophon A.-G.-Goldau* und *Hasler-Bern* führen je eine automatische Telephonzentrale im Betriebe vor. Die letzte Firma zeigt uns ferner eine Selektoranlage für dezentralisierte Wechselstromwahl, wie sie heute vielerorts in der Schweiz zum Ersatz der veralteten Bahntelephonanlagen verwendet wird. Aehnliche Apparate sind auch im Stande der Firma *Gfeller-Bern* zu finden.

Die Firmen *Klingelfuss-Basel, Hess-Basel* und *Utz-Bern* stellen verschiedene physikalische und medizinische Apparate aus. So sehen wir u. a. auch eine vollständige Röntgenanlage im Betriebe.

Bei *Leclanché-Yverdon, Brac-Solothurn* und der *Kondensatoren- & Apparaten A.-G.-Bern* wird der Radioamateur Vielem begegnen, was er für seinen Radioapparat gebrauchen kann.

Zum Schlusse möchten wir noch auf die von der *Perla-Bern, Scheer-Herisau* und *Schoenenberger-Bern* ausgestellten leuchtenden Hausnummern, Strassenschilder usw. hinweisen, die in neuerer Zeit schon mancherorts Eingang gefunden haben.

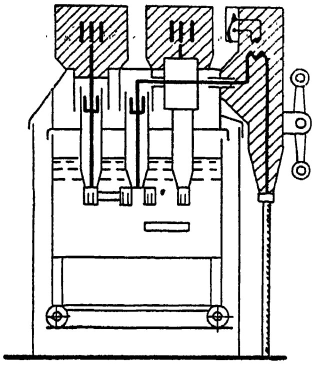
Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Gussgekapselte Verteilungsanlagen. 621.317

Der abgebildete Schnitt durch ein Oelschalterfeld zeigt eine Anordnung der bei uns nicht häufigen gussgekapselten Schalt- und Verteilungsanlagen. Die ganze Verteilung ist zu einer Apparateeinheit zusammengefasst, die sich bequem im Keller oder im Freien aufstellen lässt, ohne dass besondere Gebäude oder Räumlichkeiten nötig werden. Sie ist nach dem Doppelsammelschienensystem ausgeführt. Bemerkenswert ist dabei die bisher bei uns wenig oder nicht übliche Einbettung der Sammelschienen in einen Isolierstoff. Damit aber etwaige auftretende dynamische Kräfte an den Sammelschienen kein Zerbröckeln des Isolierstoffes hervorrufen können, werden die aus Flachkupferband bestehenden Sammelschienen zuerst mit einer Isolierhülse umgeben, die den Schienen eine gewisse Beweglichkeit erlaubt. Dem Doppelsammelschienensystem entsprechend ist auch der Oelschalter als Doppelölschalter gebaut. Demgemäss besitzt er zwei Traversen mit zwei Schaltgriffen und neun Durchführungen. Beide Schalter sind so gegeneinander verriegelt, dass jeder nur nach Ausschalten des anderen in die Einschaltstellung gebracht werden kann.

Bei abtrennbaren Oelschaltkästen verwendet man gewöhnlich Trenner und korrespondierende Kontakte. Bei dem vorliegenden Oelschalterfeld sind dagegen die Durchführungen zur Herstellung der Verbindungen mit den Sammelschienen und dem Kabelendverschluss als Steckkontakte ausgebildet. Die Verbindung erfolgt dabei so, dass die Schalterbühne, auf der der Oelschalter ruht, nach Schliessen der Zellentüren durch einen Kurbelantrieb angehoben wird. Ist der Schalter

eingelegt, so kann die Schalterbühne nicht herabgelassen, der Kontakt auch nicht unterbrochen werden. Den heutigen Anforderungen entsprechend lässt sich der ganze Oelschalter aus seinem Gehäuse herausfahren. Bei Zusammenbau mehrerer Sätze werden die Sammelschienen nach



Schematischer Schnitt durch ein Oelschalterfeld

Massefüllung

Entfernung der seitlichen Verschlussdeckel trennerartig zusammengesteckt. Daher lassen sich zur Ergänzung des Oelschalterfeldes besondere Trennerfelder mit je zwei dreipoligen Trennern angliedern, ferner besondere Kabelanschlussfelder, Oelschalterfelder mit Spannungswandleraufbau und solche zur Betätigung der Oelschalter und Trenner durch Motorfernantriebe.

Die Schaltanlagen werden von der Voigt & Haeffner A.-G. in Frankfurt a. M. (Camille Bauer in Basel) bis 10 kV hergestellt. Die Abschaltleistung der Oelschalter beträgt etwa 120 000 kVA. Ihr Hauptverwendungsgebiet sind Unterstationen, Bergwerke, Hütten- und Walzwerke, chemische Fabriken usw. *K. Trott.*

Das Telegraphone [1]).

Am 11. Mai d. J. wurde in Zürich ein interessanter Apparat vorgeführt, nachdem er bereits in Bern und Mailand gezeigt worden war.

Dieser Apparat, der als Zusatzapparat zum automatischen Telephon gedacht ist, funktioniert folgendermassen:

X ruft Y an. Y ist nicht zu Hause. X drückt auf einen Knopf und stellt hierauf auf seiner Wählerscheibe die eigene Nummer ein, worauf diese Nummer beim angerufenen Y automatisch auf einen Papierstreifen geschrieben wird. Y findet dann beim Nachhausekommen auf dem Papierstreifen die Nummern derjenigen Abonnenten, welche ihn während seiner Abwesenheit angerufen haben und kann sich mit ihnen in Verbindung setzen.

Da Ziffern übertragen werden können, ist es möglich, bei Abwesenheit eines Abonnenten, nach vorher vereinbartem Code, Meldungen in Zahlenschrift auf den Papierstreifen zu schreiben.

Der Anschluss dieses Apparates ist in der Schweiz von der Obertelegraphendirektion konzessioniert.

[1]) Aus dem Journal Telégraphique 1929, No. 5.

Verspiegelte Glühlampen. 621.326:621.328

Seit einiger Zeit tauchen auf dem Markte verspiegelte Glühlampen auf, die auch schon zu berechtigten Klagen geführt haben. In der Propaganda für solche Lampen wird hervorgehoben, dass die Verspiegelung eine beträchtliche Lichtzunahme bewirke und dadurch eine erhebliche Stromersparnis beim Betriebe der Lampen ergäbe.

Dagegen muss gesagt werden, dass der Lichtstrom einer Glühlampe durch keinerlei Massnahmen in seinem Gesamtwerte vermehrt werden kann. Die Verspiegelung bewirkt lediglich eine andere Verteilung des Lichtstromes, indem sich dieser nicht mehr frei nach allen Richtungen ausbreitet, sondern durch Reflexion an der Spiegelfläche in eine bestimmte Richtung zusammengedrängt wird. In dieser Richtung ergibt sich dann zwar eine grössere Lichtstärke, jedoch nur auf Kosten der Lichtstärke der Lampe in allen anderen Richtungen. Der elektrische Energieverbrauch bleibt hierbei selbstverständlich der gleiche; die Vergrösserung der Lichtstärke in einer bestimmten Richtung wird ja lediglich auf optischem Wege durch Anwendung einer den Lichtstrom reflektierenden Spiegelfläche auf dem Lampenkolben bewirkt. Von einer Stromersparnis kann also keine Rede sein.

Die Aufgabe, den Lichtstrom der Lampe in eine bestimmte Richtung zu lenken, wird viel zweckmässiger und vorteilhafter durch einen von der Lampe getrennten Spiegelreflektor oder andere geeignete Beleuchtungskörper gelöst, denn ihnen kann man die günstigste Form geben, während die Form der Verspiegelung der Lampe durch die Form des Glühlampenkolbens gegeben ist, für die andere Rücksichten als die auf optisch günstige Gestaltung bestimmend sind. Ausserdem braucht der von der Lampe getrennte Reflektor nur einmal angeschafft zu werden, während die Verspiegelung der Lampe, die selbstverständlich den Preis der Lampe erhöht, bei jedesmaligem Ersatz einer ausgebrannten Lampe von neuem bezahlt werden muss.

Aus diesen Gründen stellen sich verspiegelte Glühlampen im Betrieb nicht billiger, sondern teurer als gewöhnliche Glühlampen mit besonderem Beleuchtungskörper und bieten auch keine anderen Vorteile, können also den Lichtverbrauchern nicht empfohlen werden.

J. Guanter.

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Aus dem Geschäftsbericht des eidg. Amtes für Wasserwirtschaft pro 1928. 621.311(494)

Der Bericht pro 1928 behandelt Allgemeines, Rechtliches, Hydrographie, Wasserkräfte, Schiffahrt und Elektrizitätswirtschaft. Wir entnehmen ihm folgendes:

seinerzeit vereinbart, dass durch die Regierung geprüft werde, auf welche Weise im Falle der Ablehnung der Konzession dem Bergell eine Kompensation geboten werden könne. Die Vorschläge der kantonalen Regierung stehen noch aus.

In Aussicht genommene grössere Kraftwerke. Tabelle I.

Kraftanlage	Gewässer	Kanton	Konzessionär	Gegenwärtiger Stand der Angelegenheit
1. Dogern	Rhein	Aargau	Escher, Wyss & Cie., Zürich H. E. Gruner, Ing., Basel	Konzession erteilt.
2. Etzelwerk	Sihl	Schwyz, Zürich, Zug	Schweiz. Bundesbahnen	Konzess.-Verhandlungen [1]).
3. Hinterrhein-Kraftw.	Hinterrhein	Graubünden	Rhätische Werke für Elektrizität, A.-G., Thusis	Generelles Gesamtprojekt u. baureifes Projekt f. den ersten Ausbau d. K.-W. Sufers-Andeer fertiggestellt.
4. Klingnau-Koblenz	Aare	Aargau	Moor & Affeltranger, Ingenieure, Zürich	Konzession beim grossen Rat hängig.
5. Rekingen	Rhein	Aargau, Zürich	Buss A.-G., Basel Lonza A.-G., Basel	Konzession erteilt.
6. Rüchlig-Wildegg (Rupperswil)	Aare	Aargau	Schweiz. Bundesbahnen	Vereinbarung zwischen SBB u. Kanton Aargau abgeschlossen.
7. Wettingen	Limmat	Aargau, Zürich	Stadt Zürich	Konzessionsverhandlungen; Bauprojekt in Arbeit.
8. Wildegg-Brugg	Aare	Aargau	Motor-Colombus A.-G., Baden	Vorarbeiten; Verhandlungen mit den aarg. Behörden zwecks Verlängerung der Verleihung.
9. Schwanden	Niedernbach und Sernf	Glarus	Gemeinde Schwanden	Konzession erteilt.
10. Schaffhausen	Rhein	Schaffhausen, Zürich, Thurgau	Stadt Schaffhausen	Konzessionsgesuch bei den Bundesbehörden eingereicht.
11. Birsfelden	Rhein	Basel-Stadt, Basel-Landschaft	Kanton Basel-Landschaft	Projekt in Bearbeitung.

[1]) Siehe Bulletin S. E. V. 1929, No. 12, S. 397.

Wasserkräfte.

Genehmigt wurden 10 rein schweizerische Wasserkraftprojekte; bei vier weitern Projekten, die abschliessend behandelt wurden, fällt die Genehmigung nicht mehr ins Berichtjahr; bei acht andern Projekten ist die Prüfung noch im Gange. Somit wurden insgesamt behandelt: 22 Projekte. Sieben Projekte, von denen fünf vorläufig zurückgelegt wurden, haben die Konzessionsbewerber seit geraumer Zeit nicht weiter verfolgt. — Ueber die Fälle, in welchen der Bundesrat Konzessionsbehörde ist, orientiert das Kapitel «Wasserkräfte an Grenzgewässern». — Sämtliche Projekte werden jeweilen dem Oberbauinspektorat, der Inspektion für Forstwesen, Jagd und Fischerei sowie den allenfalls interessierten Abteilungen anderer Departemente zum Mitbericht zugestellt.

Silsersee. Zwischen den Bundesbehörden und der Regierung des Kantons Graubünden wurde

Albigna-Projekt. Nachdem in den Jahren 1927 und 1928 zwei Hochwasser der Albigna das Dorf Vicosoprano bedrohten, erschien die Erstellung eines Hochwasserschutzbeckens auf der hierfür geeigneten Alp Albigna dringlich. An diesem Orte war bereits früher für ein Wasserkraftprojekt ein Akkumulierbecken vorgesehen worden. Die Hochwassersperre soll so angelegt werden, dass eine allfällige Ausnutzung der Wasserkräfte der Albigna später in zweckmässiger Weise möglich sein wird.

Wasserkräfte an Grenzgewässern.

Konzessionsgesuche für neue Wasserkraftanlagen an Grenzgewässern waren Ende 1928 acht hängig.

1. Strecke Basel-Bodensee. Die erste Etappe des im Jahre 1920 zwischen der Schweiz und Baden vereinbarten Arbeitsprogrammes kann als

Am 31. Dezember 1928 im Bau befindliche grössere Anlagen. Tabelle II.

Kraftwerk und Konzessionär	Gewässer und Kanton	Nettoleistung in PS	
		Minimum	Installierte Leistung
1. Aarau-Rüchlig (Jura-Zementfabriken, Aarau)	Aare; Aargau	4 300	7 000
2. Champsec (S. A. l'Energie de l'Ouest Suisse, Lausanne)	Drance de Bagne; Wallis	4 200	12 000
3. Dixence (La Dixence S. A., Lausanne)	Dixence; Wallis	—1)	175 000
4. Handeck (Kraftwerke Oberhasli A.-G., Innertkirchen)	Aare; Bern	—1)	120 000
5. Ryburg-Schwörstadt (Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt A.-G., Rheinfelden)	Rhein; Aargau	24 000 2)	67 500 2)
6. Orsières (Compagnie des forces motrices d'Orsières, Prilly)	Drance d'Entremont und Drance de Ferrex; Wallis	5 500	30 000
7. Sembrancher (Société Romande d'Electricité, Territet)	Drance d'Entremont; Wallis	6 500	10 000
8. Monte Piottino (Aluminium-Industrie A.-G., Neuhausen und Officine Elettriche Ticinesi Bodio)	Tessin; Tessin	16 000	50 000
9. Laufenburg, Erweiterung durch Umbau zweier Maschinengruppen (Kraftwerk Laufenburg, Laufenburg)	Rhein; Aargau	—	7 000 3)
10. Trient (Schweizerische Bundesbahnen)	Trient; Wallis	—	3 700 4)
			482 200

Kraftwerke Oberhasli. Die Zentrale Handeck kann Mitte Februar 1929 dem Betriebe übergeben werden. Die bemerkenswerten Bauten der für die Versorgung des Landes mit Winterenergie so wichtigen Kraftanlage schreiten rasch vorwärts.

1) Minimum der Leistung kein Charakteristikum, da das Werk mit Akkumulation arbeitet.
2) Schweizerischer Anteil, d. h. 50% der gesamten installierten Leistung.
3) Schweizerischer Anteil, d. h. 50% der gesamten Leistungszunahme.
4) Ende 1928 war der Bau beendet.

abgeschlossen betrachtet werden. Es wurden Konzessionen erteilt für die neu zu erstellenden Kraftwerke Schwörstadt, Dogern und Rekingen, ferner Konzessionen für die Erhöhung des Staues bei den bestehenden Kraftwerken Augst-Wyhlen, Rheinfelden, Laufenburg und Eglisau.

Gegenwärtig schweben die Verhandlungen über eine zweite Gruppe von Kraftwerken, nämlich Birsfelden, Säckingen, Waldshut-Kadelburg und Schaffhausen. Für die Stufe Rheinau liegt ein Konzessionsgesuch noch nicht vor. — Bei der Aufstellung von Plänen und der Erteilung von Konzessionen für Kraftwerke wird der künftigen Schiffahrt Rechnung getragen, entsprechend dem gemeinsam mit den badischen Behörden aufgestellten Ausbauplan.

2. Rhone, 3. Doubs, 4. Wutach und *5. Melezza.* Verhandlungen über diese Wasserkräfte sind noch im Gange.

Ausbau der Wasserkräfte in den letzten Jahren. Tabelle III.

Jahr	Im Ausbau befindlich am Jahresende rund PS	In Betrieb gesetzt rund PS
1921	410 000	85 000
1922	350 000	100 000
1923	300 000	60 000
1924	350 000	80 000
1925	310 000	140 000
1926	320 000	45 000
1927	425 000 1)	163 000
1928	478 000	4 000

1) Inbegriffen eine im Kraftwerk Vernayaz der Bundesbahnen noch zu installierende sechste Maschinengruppe von 19 300 PS Leistung.

Wasserkraftnutzung in der Schweiz auf 1. Januar 1929. Tabelle IV.

	Bereits ausgenützt	Im Bau begriffen	Noch ausnützbar	Total vorhanden
A. Während 15 Stunden des Tages konstant vorhandene Leistung bei entsprechender Ausnutzung der Speicherbecken (rechnungsmässig ermittelter Durchschnittswert) . . . . . in PS netto	1 020 000 25,5 %	220 000 5,7 %	2 760 000 68,8 %	4 000 000 100 %
B. Effektiv installierte Leistung in PS netto	2 142 000	478 000	—	—

Die Zahl von 4 Millionen PS gibt den Ausbau an, der technisch etwa möglich erscheint. Volkswirtschaftlich sind indessen diejenigen verfügbaren Wasserkräfte von Interesse, deren Ausbau wirtschaftlich möglich und gerechtfertigt sein wird. Nachdem die Statistik über die ausgenützten Wasserkräfte der Schweiz, die einen grossen Arbeitsaufwand erforderte, abgeschlossen wurde, erschien es notwendig, die wirtschaftlichen Verhältnisse der verfügbaren Wasserkräfte möglichst weitgehend festzustellen. Die Studien sind im Gange. Die Abklärung dieser Verhältnisse begegnet naturgemäss mannigfachen Schwierigkeiten.

Elektrizitätswirtschaft.

Ausfuhr elektrischer Energie.

Allgemeines. In letzter Zeit bemühten sich grosse ausländische Elektrizitätsunternehmungen, in der Schweiz eigene Wasserkraftanlagen zu erstellen, dieselben selber zu finanzieren und zu betreiben und die gesamte Energie in ihr ausländisches Netz abzutransportieren. Es wurden dabei Ausfuhrbewilligungen auf sehr lange Dauer, selbst auf Konzessionsdauer von ca. 80 Jahren nachgesucht. Die Bundesbehörden, die schweizerischen Elektrizitätswerke und die Oeffentlichkeit sehen in einer derartigen Entwicklung insbesondere die Gefahr der wirtschaftlichen Ueberfremdung, aber auch eine Schädigung der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft im allgemeinen und der bisherigen Energie exportierenden Unternehmungen im besondern. Sie verlangten, dass, wenn der Bau reiner Exportunternehmungen zugelassen werde, dann jedenfalls der überwiegende schweizerische Einfluss, insbesondere auch der Einfluss der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft, bei der Finanzierung und Verwaltung dauernd gewahrt sein müsse, dass die Energie nicht zu Selbstkosten ausgeführt werde, dass im Falle von Wasserknappheit ein Teil der Energie in der Schweiz zurückgehalten werden könne und dass nach Ablauf von 20 Jahren die Möglichkeit, das Werk wieder in rein schweizerischen Besitz überzuführen und die Energie im Falle des Bedarfes alsdann dem Inland wieder zur Verfügung zu stellen, gewahrt bleibe.

Die Bundesbehörden erachten es grundsätzlich als zweckmässiger, wenn, wie bisher, schweizerische Unternehmungen, welche in erster Linie den Inlandbedarf befriedigen, den Export betätigen und die Gründung reiner Exportunternehmungen, welche nur schwer dem ausländischen Einfluss entzogen werden können, möglichst vermieden würde. Sie erachten es ferner auch als wünschenswert, wenn schweizerische Kantone sich an Exportunternehmungen gemeinsam mit ausländischen Gesellschaften nur dann beteiligen, wenn sie dabei vom Gedanken geleitet sind, die allgemeinen Interessen zu wahren und alle Vorsicht walten lassen.

Die noch verfügbaren, wirtschaftlich günstigen Wasserkräfte der Schweiz werden häufig überschätzt. Wenn die günstigen Wasserkräfte überstürzt ausgebaut und für den Export festgelegt werden, so besteht die Gefahr, dass mit der Zeit für die Deckung des inländischen Bedarfs nur ungünstige Wasserkräfte verfügbar bleiben.

Der Fall *Klingnau* hat eine längere Entwicklung durchgemacht. Anfänglich haben zwei private Ingenieure die Bewilligung nachgesucht, die ganze im noch zu erstellenden Kraftwerk Klingnau erzeugbare Energie auf einer neu zu erstellenden Kraftübertragungsleitung durch die Kantone Zürich, Thurgau und St. Gallen über Rheineck an die Aktiengesellschaft Grosskraftwerk Württemberg in Heilbronn auszuführen. Im Sommer 1928 trat an die Stelle der beiden Ingenieure der Kanton Aargau; als Strombezüger traten die Rheinisch-westfälischen Elektrizitätswerke (R. W. E.) in Essen auf. Die Energie soll nunmehr von Klingnau direkt nach Norden über den Rhein geleitet werden.

Der ausländische Bezüger hätte anfänglich die Absicht, selber das ganz in der Schweiz gelegene Werk zu bauen, zu finanzieren und zu betreiben (Projekt R. W. E.).

Die hiergegen allgemein erhobenen Einwendungen veranlassten den Kanton Aargau im Jahre 1928, sich die Möglichkeit zu verschaffen, neben dem R. W. E. sich selber bis zu 50 % an der Finanzierung der neuen Gesellschaft zu beteiligen (erster Vorschlag). Aber auch dieser Vorschlag befriedigte nicht. Der ausländische Bezüger hätte nach wie vor den massgebenden Einfluss beim Bau und Betrieb des Werkes und bei der Verwaltung des Unternehmens ausüben können.

Anfangs Oktober 1928 schlug der Kanton Aargau alsdann vor, die Beteiligung der R.W.E. auf 40 % zu reduzieren und neben der eigenen Beteiligung von 50 % die Schweizerische Kreditanstalt mit 10 % zu beteiligen (zweiter Vor-

schlag). Die vorgelegten Dokumente über die beabsichtigte Bildung der Unternehmung enthielten jedoch Bestimmungen, welche sowohl von seiten der schweizerischen Energiekonsumentenschaft als von seiten der schweizerischen Elektrizitätswerke [1]) beanstandet wurden. Es wurde die Beteiligung schweizerischer Elektrizitätsunternehmungen zur Wahrung der Interessen der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft als notwendig erachtet.

Um, im Interesse des Kantons Aargau, den Bau des Werkes zu ermöglichen und dabei auch die schweizerischen Interessen zu wahren, schlug das eidgenössische Departement des Innern Ende Oktober 1928 im Benehmen mit einer Gruppe schweizerischer Grosskraftwerke vor, das Werk durch den Kanton Aargau und diese Gruppe schweizerischer Kraftwerke zu finanzieren, einen Teil der Energie im inländischen Versorgungsgebiet dieser Werke abzusetzen und den Rest an die Lonza nach Waldshut auszuführen (nationale Lösung). Der Bundesrat empfahl dem Kanton Aargau diese Lösung.

Ungefähr zur gleichen Zeit schlug die A.-G. Motor-Columbus ein sogenanntes «Gruppenprojekt» vor, nach welchem der Kanton Aargau, eine Gruppe schweizerischer Kraftwerke und die R. W. E. je zu 30 % und die Schweizerische Kreditanstalt mit 10 % am Aktienkapital dieser Unternehmung sich beteiligen würden, welche sich neben Klingnau auch die Erstellung und den Betrieb des Kraftwerkes Wildegg-Brugg zum Ziel setzen würde. Die Energie beider Werke würde an das R. W. E. ausgeführt.

Die Verhandlungen über beide letztgenannten Lösungen führten im Dezember des Berichtsjahres zu einem neuen Vorschlag, dem sogenannten «Neuen Gruppenprojekt», nach welchem die Kreditanstalt nur mit 5 %, der Kanton Aargau jedoch mit 35 % beteiligt wären und bei welcher Lösung im Interesse des Landes wichtige Vorbehalte vorgesehen werden sollten.

Trotz zahlreichen Verhandlungen ist jedoch eine Einigung unter den Beteiligten noch nicht erfolgt. Die Bundesbehörden kamen noch nicht in die Lage, endgültig Stellung zu nehmen.

Es ist zu hoffen, dass eine die Interessen des Kantons Aargau und die allgemeinen Landesinteressen wahrende Lösung bald verwirklicht werden kann [1]).

Im Zusammenhang mit dem von privater Seite eingereichten Gesuch für die Bewilligung zur Ausfuhr des ganzen schweizerischen Kraftanteiles des neu zu erstellenden Kraftwerks *Dogern* am Rhein (schweizerischer Anteil an der Wasserkraft 54 %), ebenfalls an das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk in Essen, stellten die Kantone Baselstadt und Baselland das Gesuch, es möchte ihnen ermöglicht werden, beim neu zu erstellenden Rheinkraftwerk Birsfelden (schweizerischer Anteil an der Wasserkraft 58 %), auch über den deutschen Kraftanteil frei verfügen zu können, gegen Abtausch eines entsprechenden schweizerischen Verfügungsrechtes beim Kraftwerk Dogern oder allenfalls bei einem andern Grenzkraftwerk am Rhein. Der badische Staat stellte ungefähr zur gleichen Zeit ein ähnliches Gesuch mit Bezug auf das Kraftwerk Dogern im Abtausch gegen den badischen Anteil bei Birsfelden. Im schweizerischen Anteil des Werkes Dogern können durchschnittlich jährlich 144,6 Millionen kWh erzeugt werden. Wenn gleiche Grössen abgetauscht werden, so bleibt bei Dogern eine schweizerische Restquote von 93,8 Millionen kWh = 21 % der gesamten Kraft des Kraftwerkes Dogern. Ende des Berichtjahres waren die Verhandlungen noch im Gange, um die schweizerischen Interessen bei einem allfälligen solchen Abtausch möglichst zu wahren.

[1]) Siehe Bull. S. E. V. 1928, Nr. 20, S. 683.

Die Erteilung der Bewilligung an die A.-G. Lonza Basel und die A.-G. Buss, Basel, für die Ausfuhr des schweizerischen Kraftanteils des neu zu erstellenden Rheinkraftwerks *Rekingen* nach Waldshut, zur Verwendung in den chemischen Fabriken der Lonzawerke Waldshut steht unmittelbar bevor. Die badischen Behörden wünschen allerdings, diese Angelegenheit zurückzulegen, bis die Angelegenheit Dogern gemäss ihrem Gesuche erledigt sein würde.

Italien setzte unterm 21. Juni 1928 ein Gesetz in Kraft, nach welchem die nach Italien eingeführte Energie mit einer *Gebühr* von 1,25 italienische centesimi/kWh im Sommer und 2,5 italienische centesimi/kWh im Winter belastet wird. Dank der Bemühungen der interessierten Werke und zufolge der von unserer Gesandtschaft in Rom im Auftrage der Bundesbehörden unternommenen Schritte wurden die anfänglich vorgesehenen Bestimmungen gemildert. Die zum Gesetz erhobenen Bestimmungen bedeuten immer noch eine schwere Belastung des schweizerischen Energieexportes nach Italien.

Die eidgenössische Kommission für Ausfuhr elektrischer Energie behandelte die hängigen und neu eingereichten Gesuche sowie allgemeine damit im Zusammenhang stehende Fragen in 7 Sitzungen.

Im Jahre 1928 erteilte und dahingefallene *Bewilligungen*. Endgültige Bewilligungen: Es wurde den Bernischen Kraftwerken, den Nordostschweizerischen Kraftwerken und dem Kraftwerk Laufenburg eine gemeinsame Bewilligung Nr. 101 erteilt, wodurch die maximale zur Ausfuhr bewilligte Leistung für Sommer und Winter um 24 600 kW erhöht wurde. Es handelte sich um die Erneuerung und Erweiterung einer früher erteilten Bewilligung. Zufolge einer Erhöhung der Produktionsmöglichkeit des Kraftwerkes Chancy-Pougny wurde ferner der gemäss Bewilligung No. 38 zur Ausfuhr bewilligte schweizerische Kraftanteil dieses Werkes um 1100 kW auf 22 400 kW erhöht.

Vorübergehende Bewilligungen wurden 5 erteilt für eine maximale Ausfuhrleistung von zusammen 18 400 kW. Von ihnen waren Ende des Jahres noch 3 gültig mit einer Leistung von zusammen maximal 16 900 kW (Tab. V).

Die Energiemenge, welche im Jahre 1928 für die Abgabe an Dritte in der Schweiz insgesamt aus Wasserkraft zu erzeugen möglich war, betrug 4440 Millionen kWh.

Die Energiemenge, die im Jahre 1928 auf Grund der erteilten Bewilligungen und der erstellten Anlagen auszuführen praktisch möglich

Stand der Ausfuhrbewilligungen.

Tabelle V.

	im Vorjahr		im Jahre 1928	
	30. Juni	31. Dezember	30. Juni	31. Dezember
Insgesamt zur Ausfuhr bewilligte Leistungen in kW	436 473	310 788	363 278	312 988
Davon (in %) bewilligt nach:				
Deutschland	16	18	20	18
Frankreich	50	39	35	39
Italien	18	30	26	30
Oesterreich (einschliesslich Liechtenstein)	0,005 ‰	0,183 ‰	0,019 ‰	0,022 ‰
Absatzgebiet noch unbestimmt	16	13	19	13
Davon praktisch mögliche Energieausfuhr in kW[1])	259 433	252 748	275 238	254 948
Praktisch mögliche Energieausfuhr in % der zur Ausfuhr bewilligten Leistungen	59,4	81,3	75,8	81,5

[1]) Die praktisch mögliche Energieausfuhr wird erhalten, wenn von den zur Ausfuhr bewilligten Leistungen diejenigen Leistungen abgezogen werden, für welche eine Ausfuhr noch nicht in Betracht kommt, weil die Anlagen noch nicht erstellt sind.

Wirklich erfolgte Energieausfuhr.

Tabelle VI.

	1927			1928		
	Sommer	Winter	Total	Sommer	Winter	Total
Insgesamt ausgeführte Energiemenge in Mill. kWh	512½	448½	961	539½	495	1034½
Auf Grund der Bewilligungen und der erstellten Anlagen praktisch möglich in Mill. kWh	956½	862½	1819	1008	914	1922
Ausnützungsgrad der Bewilligungen in %	53,6	52,0	52,8	53,5	54,2	53,8

Durchschnittliche Einnahmen.

Tabelle VII.

Jahr	Ausgeführte Energiemenge	Davon Sommerenergie %	Einnahmen Total	Einnahmen pro kWh
1920	377 Millionen kWh	58,4	6,3 Millionen Fr.	1,67 Rp.
1921	328 „ „	58,7	6,7 „ „	2,04 „
1922	463 „ „	52,4	10,0 „ „	2,16 „
1923	522 „ „	56,5	12,7 „ „	2,44 „
1924	567 „ „	51,4	13,0 „ „	2,30 „
1925	654 „ „	53,3	13,6 „ „	2,08 „
1926	854 „ „	52,5	17,7 „ „	2,07 „
1927	961 „ „	53,3	20,3 „ „	2,11 „
1928	1034 „ „	52,1	ca. 20,8 „ „	2,02 „

war, ist gegenüber dem Jahre 1927 um 5,7 % gestiegen und betrug 1922 Millionen kWh.

Diese aus erstellten Anlagen zur Ausfuhr bewilligte Energiemenge beträgt somit ca. 43 % der gesamten für die Stromabgabe an Dritte verfügbaren Energie.

Die maximale Leistung der ausgeführten Energie betrug am 7. September 1927: 222 000 kW, am 5. September 1928: 221 000 kW, in Prozenten der am betreffenden Tag bewilligten praktisch möglichen Energieausfuhr 83,7 bzw. 80,0 % (Tab. VI).

Die durchschnittliche Benützungsdauer der insgesamt ausgeführten Energie beträgt im Jahre 1928 4680 Stunden (4330 Stunden im Vorjahre).

Die im Jahre 1928 effektiv ausgeführte Energiemenge beträgt 28,4 % der gesamten für die Stromabgabe an Dritte erzeugten Energie.

Die Einnahmen und Energiepreise gelten für Energie in Uebertragungsspannung, gemessen in der Nähe der Landesgrenze (Tab. VII).

Die endgültigen Zahlen für 1928 lagen bei Abschluss des Geschäftsberichtes noch nicht vor. Seit 1927 haben die Einnahmen aus Energieausfuhr um ca. 0,5 Millionen Fr. zugenommen.

Im Jahre 1928 stehen diesen Einnahmen von ca. 20,8 Millionen Franken für ausgeführte Energie Ausgaben von 182 Millionen Franken für eingeführte Brennstoffe gegenüber.

Inlandversorgung.

Die nachstehenden Angaben beziehen sich auf alle Werke, soweit diese Energie an Dritte abgeben. Bahnkraftwerke und Werke industrieller Unternehmungen, soweit diese Energie für ihre eigenen Zwecke erzeugen, sind nicht inbegriffen.

Die Erhöhung der Produktionsmöglichkeit im Jahre 1928 gegenüber dem Vorjahre ist hauptsächlich auf die stärkere Wasserführung in den Monaten Februar, Oktober, November und Dezember zurückzuführen (Tab. VIII).

Die Produktionsmöglichkeit inklusive Speicherenergie (abzüglich Energieverluste infolge Anfüllens der Speicherbecken) erreichte im Jahre 1928 4440 Millionen kWh gegenüber 4450 Millionen kWh des Vorjahres.

Das *Speichervermögen* sämtlicher natürlichen Seen und der in Betracht fallenden künstlichen Speicherbecken stieg im Berichtsjahre von 387 auf 390 Millionen kWh infolge Tieferlegung der Absenkungsgrenze des Lago Tremorgio. Neue Speicherbecken sind nicht hinzugekommen.

Die Ausnützung der Speicherbecken. Dank der günstigen Wasserführung im Winter 1927/28, insbesondere auch des Februarhochwassers 1928, wurden die Speichervorräte nicht voll ausgenützt. Zur Zeit des niedrigsten Wasserstandes in den Speicherbecken anfangs April 1928 betrug die aufgespeicherte Energiereserve noch 42 % (im Vorjahre 50 %) der Energievorräte bei völlig gefüllten Speicherbecken. Die Wiederanfüllung der Speicherbecken erfolgte im Sommer zufolge der Trockenheit nur langsam. Erst die stärkern Niederschläge im Oktober und November ermöglichten ein besseres Anfüllen einzelner Staubecken. Die maximale Aufspeicherung wurde anfangs Dezember 1928 mit 95 % erreicht (im Vorjahre: Ende September mit 100 %). Ende des Jahres 1928 waren noch 89 % der Energievorräte in den natürlichen und künstlichen Speicherbecken vorhanden, so dass die Aussichten für die Energieversorgung in den ersten Wintermonaten 1929 trotz des vermehrten Energiebedarfes günstig sind.

Die gesamte *Energieproduktion* aller Kraftwerke betrug im Jahre 1928 3648 Millionen kWh. (Tab. IX).

Von dieser gesamten ins allgemeine Netz abgegebenen Energie von 3648 Millionen kWh wurden 17 Millionen kWh (= 0,47 %) aus dem Auslande eingeführt, 3 Millionen kWh (= 0,08 %) in den kalorischen Anlagen des Inlandes und 3628 Millionen kWh (= 99,45 %) in den Wasserkraftwerken erzeugt.

Trotz der nahezu gleich grossen Produktionsmöglichkeit der Wasserkraftanlagen als im Vorjahre ergab sich eine wesentliche Zunahme der wirklichen Energieproduktion. Die Anlagen wurden bedeutend besser ausgenützt. Der Ausnützungsgrad betrug 82 %. Ein so hoher Ausnützungsgrad wurde bisher noch nie erreicht (Ausnützungsgrad im Durchschnitt der letzten 5 Jahre = 70 %).

Die Tabelle X zeigt die Zunahme der Energieproduktion gegenüber dem Vorjahre.

Das Amt für Wasserwirtschaft erteilte unterm 30. Mai 1928 in einem längern Bericht auf die von der nationalrätlichen Kommission für die Behandlung des *Postulates Grimm* gestellten Fragen, den Leitungsbau und die Versorgung des Inlandes mit elektrischer Energie betreffend, ausführliche Antwort.

Die nationalrätliche Kommission nahm von den beiden Berichten vom 27. März 1925 und

Produktionsmöglichkeit der Wasserkraftwerke ohne Einbezug der Speicherenergie. Tabelle VIII.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Total
	Millionen kWh												
1928	241	273	280	356	429	463	445	432	371	395	383	332	4400
1927	255	205	310	385	460	455	465	460	430	355	310	260	4350

Gesamte Energieproduktion aller Kraftwerke. Tabelle IX.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Total
	Millionen kWh												
1928	280	274	302	282	312	302	317	324	311	315	312	317	3648
1927	258	241	266	268	281	275	286	293	298	302	288	294	3350

Zunahme der Energieproduktion gegenüber dem Vorjahre. Tabelle X.

	1927	1928	Zunahme	
	Mill. kWh	Mill. kWh	Mill. kWh	%
Inlandverbrauch	2389	2614	225	9,4
Energieausfuhr	961	1034	73	7,6
Total Energieproduktion	3350	3648	298	8,9

vom 30. Mai 1928 zustimmend Kenntnis. Sie würdigte die umfangreichen Arbeiten und erachtete die in den Berichten aufgestellten Postulate als ein Mindestprogramm der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft. Sie beantragt, die Energiestatistik noch weiter auszubauen und für Transport, Austausch und vertragliche Abgabe elektrischer Energie besondere Richtlinien aufzustellen. Die Anträge der nationalrätlichen Kommission werden im Jahre 1929 im Nationalrat behandelt werden.

Das Amt für Wasserwirtschaft veröffentlichte im Anschluss an seine Vorarbeiten für die Beantwortung des Postulates Grimm eine Mitteilung No. 23, betitelt: «*Wirtschaftliches über die Energieversorgung des Landes im Winter*». In dieser Veröffentlichung wird darauf hingewiesen, dass innert wenigen Jahren bei Wasserknappheit eine empfindliche Energieknappheit zu befürchten ist, wenn nicht rechtzeitig alle Mittel dagegen ergriffen werden.

Seit der Veröffentlichung des Berichtes vom 30. Mai 1928 bestätigte es sich bereits mehrmals, dass die Idee des Energieausgleiches zwischen Ländern durch Ausfuhr schweizerischer Sommerenergie im Austausch gegen ausländische kalorisch erzeugte Winterenergie sich in grösserem Umfange praktisch nicht verwirklichen lässt, sondern dass vielmehr die Verbesserung der Inlandversorgung im Winter in der Förderung des Exportes von Sommerenergie und der Einschränkung der Winterenergieausfuhr sowie in der Schaffung eigener hydraulischer und kalorischer Kraftreserven gesucht werden muss.

Aus dem Geschäftsbericht des Eidg. Amtes für Mass und Gewicht. 389

Wir entnehmen diesem Bericht auszugsweise:

Am 11. Juni 1928 wurde der Eichgenossenschaft für Elektrizitätswerke in Wetzikon die Prüfamtskonzession (Prüfamt No. 45) für Gleichstromzähler im Kompetenzumfang von 750 A, 800 V, und für Ein- und Mehrphasen-Wechselstromzähler im Umfang von 400 A und 600 V, bei den üblichen Periodenzahlen erteilt, unter Beschränkung der Kompetenzen des Prüfamtes auf die der Eichgenossenschaft angeschlossenen Elektrizitätswerke.

Nach erfolgtem Ausweis über die erforderlichen Einrichtungen wurde die Kompetenz des Prüfamtes No. 4 (Elektrizitätswerk der Stadt Bern) erhöht auf 600 V für Ein- und Mehrphasen-Wechselstromzähler bei 40 und 50 Perioden und diejenige des Prüfamtes No. 9 (Elektrizitätswerk der Stadt Genf) auf 100 A und 950 V, 50 Perioden für Drehstrom-, Wirk- und Blindverbrauchszähler.

10 neue Systemzulassungen und 4 Ergänzungszulassungen wurden amtlich bekannt gemacht.

Die Zahl der im Jahre 1928 amtlich geprüften Elektrizitätsverbrauchsmesser betrug 163 671.

In der Werkstätte des Amtes wurden ausser den zum Unterhalt des Instrumentariums notwendigen Arbeiten, sowie Hilfsvorrichtungen an zur Prüfung eingesandten Apparaten folgende Arbeiten ausgeführt und Apparate hergestellt:

1 Kompensationsapparat für Spannungswandlerprüfungen mit ohmscher Spannungsteilung;
Montage einer Ladegruppe mit Schalttafel;
Umbau eines Epsteinapparates durch Einbau von Feldmesswicklungen;
Fahrbarer Schalttisch mit Transformator und Dekadenwiderständen für die elektrischen Oefen der thermometrischen Abteilung;
Umbau der Ulbrichtschen Kugel; Montage eines neuen Sektorphotometers von Schmidt & Haensch;
2 abgeschützte Brücken für Kapazitäts- und Verlustmessungen, nebst 20 Vergleichswiderständen mit kleinen Zeitkonstanten nach K. W. Wagner;
Umbau des Zylinderkondensators I;
Nebenschlusskasten zu einem Spiegeldynamometer;
Messeinrichtung für kapazitive Spannungsteilung zur Prüfung von Spannungswandlern usw.;
Schrank mit Blechauskleidung für Hochfrequenzmessungen.

Ueber die internen Arbeiten, d. h. solche, welche vom Amt an seinen Instrumenten zur Fehlerbestimmung vorgenommen wurden, sei folgendes erwähnt:

In der elektrischen Abteilung wurden die Hochspannungsmessmethoden auf dem Wege der kapazitiven Spannungsteilung durchgebildet und zu einem vorläufigen Abschluss gebracht.

Die Arbeiten zur Prüfung des Verfahrens der Scheitelspannungsmessung durch Röhrengleichrichtung des Kondensatorenstromes wurden nahezu beendigt und ergaben das Resultat, dass das Verfahren bei geeigneter Handhabung sogar bei Niederspannung und Kurven mit Zwischenscheiteln überraschend gute Resultate liefert.

Im Zusammenhang mit den vorstehenden Arbeiten und der Vervollkommnung und Umarbeitung der Apparate für die Kapazitätsmessungen durch weitgehende Abschützung aller Brückenteile erfolgte die vollständige Neubestimmung der vorhandenen und neu beschafften Normalkondensatoren des Amtes.

Nachdem die Generalkonferenz über Mass und Gewicht in Paris am 4. Oktober 1927 den gemeinsamen Entwurf der drei grossen nationalen Institute, der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt in Charlottenburg, des Bureau of Standards in Washington, des National Physical Laboratory in Teddington, für eine internationale Temperaturskala angenommen und demselben somit internationale Geltung verschafft hatte, passte das Amt seine thermometrischen Normalen diesen Beschlüssen an mit dem Ergebnis, dass die neue Temperaturskala mit der bisher angewendeten in allen Teilen innerhalb der Grenzen der Messgenauigkeit bleibt.

In der photometrischen Abteilung wurden nach erfolgtem Umbau der Ulbrichtschen Kugel die Prüfungseinrichtungen für sphärische Lichtmessung mit Hilfe des neu beschafften Sektorphotometers von Schmidt & Haensch neu geeicht.

Ueber den Umfang von externen Prüfungen, d. h. an zur Prüfung eingesandten Instrumenten geben die nachfolgenden Zahlen Auskunft:

Elektrische Messungen:

Systemzulassungen von Zählern (Systeme 75 bis 81)	7
Zusatz-Systemprüfungen von Zählern (Systeme 1, 56, 66)	3
Systemprüfung von Stromwandlern (Systeme 29 und 30)	2
Zusatz-Systemprüfung von Stromwandlern (System 23)	1
Systemprüfung von Spannungswandlern (System 18)	1
Einzelprüfungen von Stromwandlern . .	111
Einzelprüfungen v. Spannungswandlern	34
Elektrizitätszähler und Aggregate . . .	19
Wattmeter, Ampèremeter, Voltmeter, Frequenzmesser	60
Vorschaltwiderstände und Nebenschlüsse	93
Präzisions- und Normalwiderstände . .	102
Weston-Normalelemente	20
Selbstinduktionskoeffizienten, Koeffizienten der gegenseitigen Induktion, Variometer, Normalkondensatoren, Verlustwinkelbestimmungen, Eigenwellenlängen, Spulenkapazitäten, Wellenmesser usw.	329

Diverse elektrische Messungen:

Fernwellenmessungen, Dielektrizitätskonstanten, Leitfähigkeitsbestimmungen usw.	20

Magnetische Messungen:

Untersuchung an Dynamoblechen, Eisen- und Stahlstäben (Verlustziffern, Magnetisierungskurven, Koerzitivkraft, Remanenz, Anfangspermeabilität) . . .	89

Von den durch die 45 Prüfämter geprüften 163 671 Verkehrsgebrauchsmessern hat die Eichstätte des *Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins* 10 838 geprüft, wodurch sie an die vierte Stelle gerückt ist.

Zusammenstellung der Kosten für die Elektrifizierung der Schweizerischen Bundesbahnen in den Jahren 1907 bis 1928. 621.331 (494)

Dem Geschäftsbericht der Generaldirektion der S. B. B. für das Jahr 1928 entnehmen wir folgende interessante Zusammenstellung der Kosten für die Elektrifizierung der S. B. B. in den Jahren 1907 bis 1928 (Tabelle I) und der Betriebsrechnungen der Kraftwerke (Tabelle II).

Zusammenstellung der Kosten für die Elektrifizierung der Schweizerischen Bundesbahnen in den Jahren 1907 bis 1928. Tab. I

Einführung der elektrischen Zugförderung	Ausgaben von 1907 bis Ende 1928 Fr.	Rp.
I. Allgemeines, Planaufnahmen und Projektierungsarbeiten	**5 477 646**	**52**
II. Erwerbung von Wasserkräften . . .	**5 082 912**	**75**
1. Im Reussgebiet (Kt. Uri)	1 384 204	75
2. In der obern Leventina (Kt. Tessin) . . .	1 530 455	05
3. Rhonewasserkraft zwischen Fiesch und Mörel	636 697	95
4. Wasserkräfte der Binna	114 498	80
5. Barberine und Eau-Noire	406 570	80
6. Trient und Triège . .	230 018	15
7. Lago di Lucendro . .	550	—
8. Etzelkonzession . . .	276 417	25
9. Aarewasserkräfte von Rüchlig bis Wildegg	503 500	—
III. Kraftwerke	**148 186 268**	**39**
1. Kraftwerk Brig-Iselle	2 043 295	78
2. Kraftwerk Amsteg . .	49 994 333	14
3. Nebenwerk Göschenen	506 265	48
4. Kraftwerk Ritom . . .	23 363 541	41
5. Kraftwerk Barberine	33 989 081	69
6. Kraftwerk Vernayaz .	35 941 620	40
7. Zuleitung des Trient zum Kraftwerk Vernayaz u. Erstellung d. Nebenwerkes Trient .	1 498 021	15
8. Kraftwerk Rupperswil	743 799	85
9. Etzelwerk	106 309	49
IV. Uebertragungsleitungen	**38 791 423**	**01**
1. Amsteg-Ritom-Giubiasco-Melide . . .	12 571 878	75
2. Amsteg-Steinen-Immensee	3 054 172	41
3. Immensee-Rothkreuz-Sihlbrugg	1 035 939	11
4. Rothkreuz-Olten . .	2 252 717	30
5. Rothkreuz-Emmenbrücke	472 069	38
6. Brig-Granges . . .	550 088	70
7. Châtelard-Vernayaz-Puidoux	3,408 045	46
8. Puidoux-Bussigny .	830 482	10
9. Vernayaz-Puidoux .	632 837	34
10. Vernayaz-Rupperswil	6 401 771	53
11. Hendschiken-Brugg	250 532	90
12. Brugg-Seebach . .	714 287	92
13. Mühleberg-Burgdorf	783 035	51
14. Steinen-Altendorf-Seebach/Gossau	2 776 606	50
15. Seebach-Grüze . .	530 605	20
16. Vernayaz-Granges-Massaboden	1 303 985	35
17. Kerzers-Freiburg .	268 625	20
18. Kerzers-Biel	687 543	80
19. Rupperswil-Hendschiken .	266 198	55
V. Unterwerke	**40 599 394**	**27**
1. Melide	1 832 270	17
2. Giubiasco	2 515 863	68
3. Giornico	2 626 654	37
4. Göschenen	2 479 328	85
5. Steinen	3 166 021	57
6. Sihlbrugg	1 743 294	29
7. Emmenbrücke . . .	1 361 724	41
8. Beinwil	149 461	68
9. Brugg	1 571 067	85
10. Olten	1 796 298	19
11. Leuk	239 525	96
12. Granges	346 039	18
13. Bussigny	1 698 521	35

Einführung der elektrischen Zugförderung	Ausgaben von 1907 bis Ende 1928	
14. Coppet	20 609	15
15. Burgdorf	1 310 930	82
16. Seebach	1 822 670	52
17. Puidoux (Verteilstation	3 183 522	30
18. Kerzers (Verteilstation	3 283 652	68
19. Rupperswil (Verteilstation	2 550 646	79
20. Freiburg	1 206 939	25
21. Thun	215 385	37
22. Gossau	1 197 025	40
23. Sargans	1 088 625	21
24. Massaboden	538 843	95
25. Biel	1 353 657	55
26. Wattwil	95 600	60
27. Grüze	1 205 213	13
VI. Fahrleitungen	**116 300 106**	**42**
1. Thun-Bern	4 887 469	33
2. Erstfeld-Bellinzona	19 040 214	78
3. Bellinzona-Chiasso	7 362 158	92
4. Erstfeld-Luzern	8 460 549	59
5. Immensee-Rothkreuz	237 834	10
6. Arth-Goldau-Zürich und Zug-Luzern	6 432 215	04
7. Luzern-Olten-Basel	9 440 069	26
8. Brig-Iselle	1 501 442	80
9. Brig-Sitten	3 976 186	92
10. Sitten-Lausanne	7 038 156	11
11. Lausanne-Vallorbe u. Daillens-Yverdon	4 596 614	65
12. Palézieux-Freiburg-Genf	3 867 408	22
13. Palézieux-Freiburg-Bern	3 146 648	24
14. Zürich-Olten	4 799 736	06
15. Olten-Bern	3 465 097	83
16. Thalwil-Richterswil	1 096 452	23
17. Zürich-Rapperswil	1 454 160	60
18. Zürich-Winterthur	2 293 638	59
19. Winterthur-St.Gallen-Rorschach	3 659 546	53
20. Winterthur-Romanshorn-Rorschach	3 015 984	43
21. Brugg-Pratteln	2 121 566	72
22. Rothkreuz-Rupperswil	1 348 142	75

Einführung der elektrischen Zugförderung	Ausgaben von 1907 bis Ende 1928 Fr.	Rp.
23. Wildegg-Emmenbrücke-Beinwil-Münster	893 320	32
24. Richterswil-Chur, Sargans-Buchs	3 424 455	64
25. Yverdon-Biel	2 113 201	14
26. Olten-Biel	2 931 876	32
27. Rapperswil-Wattwil	704 784	67
28. Oerlikon-Schaffhausen	1 427 280	43
29. Bern-Biel	921 677	60
30. Münster-Delsberg	603 455	65
31. Station Kerzers	38 760	95
VII. Herstellung des Lichtraumprofils (Unter-Ober- und Hochbau)	**15 419 627**	**93**
VIII. Schwachstromanlagen (Telegraph, Telephon, Signale etc.)	**72 698 544**	**77**
IX. Einrichtungen für die elektr. Zugförderung	**10 122 511**	**60**
1. Werkstätte Yverdon	1 766 433	35
2. Werkstätte Bellinzona	2 974 104	64
3. Werkstätte Zürich	2 383 546	41
4. Depotanlagen im Kreis I	657 632	55
5. Depotanlagen im Kreis II	1 487 030	44
6. Depotanlagen im Kreis III	853 764	21
	452 678 435	**66**
Bundesbeitrag für die Beschleunigung der Elektrifizierung	– 50000 000	—
Einführung der elektr. Zugförderung Total	**402 678 435**	**66**
Anschaffung von elektr. Rollmaterial Total	**222 732 836**	**69**
a) 392 elektrische Lokomotiven, wovon 27 unvollendet	206 609 972	32
b) 55 elektrische Motorwagen	16 122 864	37
Gesamt-Total	**625 411 272**	**35**

Rechnungen der Kraftwerke der Schweizerischen Bundesbahnen für das Jahr 1928. Tab. II.

Einnahmen	Kraftwerk-Gruppen: Brig-Iselle (1) Fr.	Rp.	Kraftwerk-Gruppen: Amsteg-Ritom (2) Fr.	Rp.	Kraftwerk-Gruppen: Vernayaz-Barberine (3) Fr.	Rp.	132 kV Übertragungsleitung und Verteilungs-Unterwerke (4) Fr.	Rp.	66 kV Übertragungsleitung und übrige Unterwerke (5) Fr.	Rp.	Total (6) Fr.	Rp.
I. Abgabe von Energie	**276 754**	**50**	**5 695 620**	**30**	**4 848 238**	**85**	**2 887 349**	**60**	**4 830 485**[1]	**50**	**18 538 448**	**75**
1. An den Fahrdienst	169 000	—	5 692 000	—	4 845 000	—	1 760 000	—	4 743 000	—	17 209 000	—
2. An andere Dienststellen	60 697	35	—	—	—	—	12	25	81 799	40	142 509	—
3. An Dritte	47 057	15	3 620	30	3 238	85	1 127 337	35	5 686	10	1 186 939	75
II. Arbeitsleistungen	**61 746**	**25**	**3 989**	**70**	**30 581**	**70**	**10 367**	**10**	**2 651**	**35**	**109 336**	**10**
III. Materialabgaben	**143**	**10**	**3 201**	**60**	**2 953**	**89**	**595**	—	**239**	**50**	**7 133**	**09**
IV. Einnahmen aus dem öffentlichen Verkehr der Seilbahnen	—	—	**18 965**	**20**	**7 497**	**65**	—	—	—	—	**26 462**	**85**
V. Verschiedene Einnahmen	**1 379**	**25**	**42 665**	**15**	**17 070**	**70**	**13 294**	**20**	**53 657**	**20**	**128 066**	**50**
Total der Einnahmen	**340 023**	**10**	**5 764 441**	**95**	**4 906 342**	**79**	**2 911 605**	**90**	**4 887 033**	**55**	**18 809 447**	**29**

Ausgaben	Kraftwerk-Gruppen: Brig-Iselle (1) Fr.	Rp.	Amsteg-Ritom (2) Fr.	Rp.	Vernayaz-Barberine (3) Fr.	Rp.	132 kV Übertragungsleitung und Verteilungs-Unterwerke (4) Fr.	Rp.	66 kV Übertragungsleitung und übrige Unterwerke (5) Fr.	Rp.	Total (6) Fr.	Rp.
I. Personal²)	**99 292**	**60**	**285 420**	**85**	**249 486**	**05**	**334 090**	**25**	**503 098**	**90**	**1 471 388**	**65**
1. Besoldungen	103 033	30	350 038	60	262 650	20	311 131	15	371 317	95	1 398 171	20
2. Tag- und Stundenlöhne	11 588	40	25 305	—	47	60	1 134	55	112 638	10	150 713	65
3. Reiseentschädigungen, Dienstkleider und Verschied.	8 611	15	9 993	95	10 740	05	21 824	55	19 142	85	70 312	55
Davon entfallen zulasten der Abschnitte II und III	—23 940	25	—99 916	70	—23 951	80	—	—	—	—	—147 408	75
II. Unterhalt, Reparaturen und Ersatz³)	**59 608**	**65**	**286 338**	**20**	**70 171**	**90**	**73 567**	**47**	**182 729**	**15**	**672 415**	**37**
1. Tiefbauten und Gebäude der Kraftwerke	42 707	75	49 606	50	27 508	31	—	—	—	—	119 822	56
2. Rohrleitungen und Zubehör, mechanische und elektrische Einrichtungen der Kraftwerke, einschliessl. Mobiliar⁴)	16 850	—	236 731	70	42 663	59	—	—	—	—	296 245	29
3. Übertragungsleitungen⁵)	50	90	—	—	—	—	57 318	22	117 703	75	175 072	87
4. Gebäude der Unterwerke	—	—	—	—	—	—	6 753	20	12 823	25	19 576	45
5. Mechanische und elektrische Einrichtungen d. Unterwerke, einschliesslich Mobiliar	—	—	—	—	—	—	9,496	05	52 202	15	61 698	20
III. Verschiedene allgemeine Kosten	**37 683**	**15**	**256 479**	**70**	**273 124**	**69**	**1 386 008**	**35**	**82 533**	**79**	**2 035 829**	**68**
1. Bureaukosten, Beleuchtung, Heizung und Reinigung	3 111	25	11 264	20	9 309	89	1 997	85	5 527	88	31 211	07
2. Konsummaterial	939	75	3 528	45	7 624	89	1 531	70	6 742	—	20 099	29
3. Wasserzinse	9 150	—	173 000	—	197 954	80	—	—	—	—	380 372	30
4. Bezug von Fremdenergie⁶)	—	—	7 597	50	—	—	1 318 258	70	—	—	1 326 208	25
5. Versicherungen und Unfallentschädigungen	16 817	—	55 168	15	41 496	—	42 108	80	59 369	85	214 607	75
6. Verschiedenes	7 665	15	5 921	40	16 739	11	22 111	30	10 894	06	63 331	02
IV. Abschreibungen und Einlagen in den Erneuerungsfonds⁷)	**40 288**	**05**	**1 192 810**	**85**	**879 089**	**—**	**325 645**	**85**	**1 108 184**	**20**	**3 546 017**	**95**
1. Kapitaltilgung⁸)	10 216	50	372 620	50	341 925	10	78 160	35	299 976	80	1 102 899	25
2. Mechanische und elektrische Einrichtungen, einschliesslich Rohrleitungen und Zubehör⁹)	30 017	10	820 190	35	537 163	90	185 713	65	532 578	10	2 105 663	10
3. Übertragungsleitungen¹⁰)	54	45	—	—	—	—	61 771	85	275 629	30	337 455	60
4. Ausserordentliche Einlagen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
V. Kapitalverzinsung¹¹)	**102 164**	**80**	**3 726 205**	**20**	**3 419 251**	**10**	**781 603**	**60**	**2 999 768**	**75**	**11 028 993**	**45**
Total der Ausgaben	**339 037**	**25**	**5 747 254**	**80**	**4 891 122**	**74**	**2 900 915**	**52**	**4 876 314**	**79**	**18 754 645**	**10**
Abschluss												
Einnahmen	. .	.	. .	.	. .	.	. .	.	. .	.	**18 809 447**	**29**
Ausgaben	. .	.	. .	.	. .	.	. .	.	. .	.	**18 754 654**	**10**
Reinertrag	. .	.	. .	.	. .	.	. .	.	. .	.	**54 802**	**19**

¹) Einbezogen sind das seit 1. Januar 1928 im Betrieb stehende Unterwerk Biel, das Unterwerk Sargans und die Übertragungsleitung Kerzers-Biel, sowie ab Mai 1928 das Unterwerk Grüze und die Übertragungsleitung Seebach-Grüze.
²) Inbegriffen die Kosten der Betriebsleitung durch das Zentralbureau in Bern.
³) Vermehrter Unterhalt der Tiefbau-Anlagen.
⁴) Vermehrte Ersatzkosten.
⁵) Änderungen an Übertragungsleitungen.
⁶) Vermehrter Bezug von Fremdenergie.
⁷) Zunahme der Anlagekapitalien.
⁸) ½% auf dem Anlagekapital aller Anlagen.
⁹) Einlagen in den Erneuerungsfonds 3%.
¹⁰) " " " " 1%.
¹¹) 5% auf dem Anlagekapital.

Aus dem Geschäftsbericht der Schweizerischen Telegraphen- und Telephonverwaltung pro 1928.

Der Betriebsüberschuss, der letztes Jahr 30,9 Millionen betrug, ist auf 35,4 Millionen angewachsen, der in die Staatskasse fliessende Gewinn von 2,599 auf 2,695 Millionen.

Der Telegraphenbetrieb allein brachte einen Verlust von 1,745 Millionen, der Telephonbetrieb allein einen Gewinn von 4,441 Millionen.

Die Einlagen in den Abschreibungsfonds betrugen 19,1 Millionen. Der reine Anlagewert beträgt Ende 1928 270,6 Millionen und das an die eidgenössische Kasse geschuldete Kapital 274,3 Millionen. Zur Verzinsung desselben sind 14,39 Millionen erforderlich.

Ende 1928 waren 4947 Personen beschäftigt, 94 mehr als im Vorjahre. Die Personalauslagen sind angenähert konstant geblieben. Im Laufe des Jahres sind 43 Angestellte pensioniert worden, 26 weniger als im Vorjahre.

Der Inlandtelegraphenverkehr ist im steten Abnehmen begriffen; auch der Auslandtelegraphenverkehr ist geringer als im Vorjahre, wo-

gegen die Auslandgespräche um 14 % zugenommen haben.

Die Telephonhauptanschlüsse haben um 13 806 zugenommen. Die Zahl der Sprechstellen beträgt nun 244 278, d. h. 6,1 auf 100 Einwohner, diejenige der Hauptanschlüsse 185 257.

Die Zahl der Gespräche ist von 172,4 Millionen im Vorjahre auf 190,8 Millionen gestiegen; sie entspricht 1042 Gesprächen pro Hauptanschluss.

Geschäftsbericht der Radio-Schweiz A.-G. für drahtlose Telegraphie und Telephonie pro 1928.

Die Anlagen dieser Genossenschaft, welche früher Marconi-Radio-Station A.-G. hiess, haben im verflossenen siebenten Geschäftsjahr erhebliche Erweiterungen erfahren. Ausser der Station in Münchenbuchsee soll 1929 in Genf eine Sendestation errichtet werden, die auch den Bedürfnissen des Völkerbundes dienen soll.

Im verflossenen Jahre sind 670 226 Telegramme befördert worden, 120 000 mehr als im Vorjahre. Davon entfallen ca. ⅛ auf den aussereuropäischen Verkehr.

Die Betriebseinnahmen betrugen nach Abgabe von Fr. 293 142 an die Obertelegraphendirektion Fr. 1 049 922, die Betriebsausgaben Fr. 741 669. Aus dem Ueberschuss werden Fr. 105 000 (5 %) an die Aktionäre verteilt und Fr. 213 000 in den Erneuerungsfonds und den Reservefonds gelegt.

Das Aktienkapital beträgt 2,1 Millionen. Die Anlagen stehen mit 2,697 Millionen zu Buche.

Aus Geschäftsberichten bedeutenderer schweizerischer Elektrizitätswerke.

Schweiz. Kraftübertragung A.-G. in Bern, pro 1928.

Im Berichtsjahre wurden angekauft von

	kWh
den S. B. B. aus d. Amsteger Werk	52 694 000
den N. O. K.	8 697 000
Laufenburg und Motor-Columbus .	18 908 350
Baden-Werk	16 860 790
den Centralschweiz. Kraftwerken .	1 981 400
Elektrizitätswerk der Stadt Zürich	247 000
Total	99 388 540

In derselben Zeit wurden verkauft an die

Bernischen Kraftwerke	13 266 174
Centralschweizerischen Kraftwerke .	3 848 923
Nordostschweizerischen Kraftwerke	13 384 964
Motor-Colombus A.-G.	9 835 006
Baden-Werk	51 951 019
Total	92 286 086
Auf Rechnung Dritter wurden transportiert	4 100 405

	Fr.
Der Erlös aus dem Energiegeschäft, inklusive Saldovortrag, betrug . . .	528 211
Die Kosten für Verwaltung, Betrieb und Unterhalt beliefen sich auf . .	249 514
Die Abschreibungen auf	88 000
Die Einlagen in den Erneuerungsfonds und den Reservefonds auf	60 000
Die Dividende von 4 % auf 4,2 Millionen Fr. einbezahltes Aktienkapital betrug	168 000

Die Anlagen stehen mit Fr. 3 798 000.— zu Buche.

A.-G. Bündner Kraftwerke, Klosters, pro 1928.

Im Jahre 1928 wurden erzeugt:	kWh
im Kraftwerk Küblis	95 793 000
im Kraftwerk Klosters	16 760 070
im Kraftwerk Schlappin der R. E. G.	14 978 702
Total	127 531 772

Davon wurden abgegeben in Form von Einphasenstrom:

an die Rhätische Bahn und die S. B. B.	14 756 980
in Form von Drehstrom:	
an die Abnehmer i. Kt. Graubünden	7 691 710
an die schweizerischen Abnehmer ausserhalb Graubündens . . .	95 676 331

In den Anlagen der Rhätischen Elektrizitätsgesellschaft, die sich unter der Leitung der Bündner Kraftwerke befindet, wurden 19 972 942 kWh erzeugt und ausserdem aus Nachbarwerken 9 157 790 kWh bezogen und im ganzen 27 804 046 kWh abgegeben.

	Fr.
Der Ueberschuss der Betriebsrechnung, inklusive diverse kleine Einnahmen, beträgt	2 688 847
die Generalunkosten betragen . . .	755 567
die Passivzinsen	325 081
die Einlage in d. Amortisationsfonds	560 000
Die Dividende, 3,5 %, an das Prioritätsaktienkapital	1 050 000

Das Prioritätsaktienkapital beträgt 30 Millionen, das Stammaktienkapital 3 Millionen und die Hypothekarschuld 5 Millionen.

Die Gesamtanlagen, ohne Materialvorräte, stehen mit 41 Millionen zu Buche, die Beteiligungen mit 0,6 Millionen Franken.

Rhätische Werke für Elektrizität Thusis, pro 1928.

Von den zur Disposition gestandenen 41,18 Millionen kWh sind 33,95 Millionen ausgenützt worden; davon gingen an die Rhätische Bahn 8,34 Millionen, an das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich 22,35 Millionen, an die Cristallo A.-G. 0,94 Millionen und die übrigen kleinen Abnehmer 0,96 Millionen kWh. Die Hauptbeteiligung der Rhätischen Werke ist diejenige bei den Bündner Kraftwerken; sie erbringt die Deckung der Zinsen der übernommenen Obligationen.

	Fr.
Der Betriebsüberschuss betrug . . .	915 926
Der Ertrag der Wertschriften . . .	255 742
Diverse Einnahmen plus Saldovortrag	27 802
Total der Einnahmen	1 199 470
Die Generalunkosten und Steuern absorbieren	230 722
Die Passivzinsen	299 790
Die Einlagen in den Amortisations- und den Reservefonds	366 500
Die 4prozentige Dividende an die Aktien ersten Ranges	300 000

In der Bilanz figurieren die eigenen Anlagen mit 10,816 Millionen. Die Beteiligungen mit 7,567 Millionen.

Das Aktienkapital beträgt unverändert 8,5 Millionen (davon 1 Million Aktien zweiten Ranges) und das Obligationenkapital 7,5 Millionen.

Kraftübertragungswerke Rheinfelden, pro 1928.

Bei einer Energieproduktion, die in mittleren Jahren 220 Millionen kWh betragen dürfte und grösstenteils auf deutscher Seite Verwendung findet, erzielte die Gesellschaft eine Betriebseinnahme von 4,606 Millionen Mark.

Diesen stehen gegenüber an	Millionen Fr.
Geschäftsunkosten und Steuern	1,562
Obligationenzinsen	0,587
Abschreibungen und Einlagen in verschiedene Fonds	1,069
eine Einlage in die Versorgungskasse von	0,050
Tantièmen	0,066
Dividenden	1,200

Das Aktienkapital beträgt bis heute 12 Millionen Mark, das Obligationenkapital 11,745 Millionen. Zwecks Beteiligung am Schluchseewerk wird das Aktienkapital um 3 Millionen auf 15 Millionen erhöht werden.

Die Anlagen und Warenvorräte stehen mit 26,89 Millionen zu Buche. Die anderwärtigen Beteiligungen und Wertpapiere mit 4,76 Millionen Mark.

Entreprises Electriques Fribourgeoises, Fribourg, sur l'année 1928.

	kWh
Les diverses usines hydrauliques ont produit	142 416 170
L'énergie de complément achetée s'est montée à	6 982 880
Total distribué	149 399 050

	fr.
Les recettes provenant de la vente d'énergie se sont montées à	7 448 890
Les dépenses d'exploitation se sont élevées (y compris l'achat de l'énergie de complément) à	2 888 664
Le service des installations (le chiffre d'affaire étant de fr. 1 632 224) a produit	19 040
Les services annexes ont fourni un excédent de recettes de	121 890
En comprenant le solde actif et quelques intérêts créanciers le bénéfice brut s'élève à	4 928 067
Les intérêts débiteurs absorbent	2 632 503
Les amortissements	1 441 700
Au fonds de renouvellement ont été versés	210 000
A la caisse de l'Etat ont été versés	570 000

Le capital de dotation est de 20 millions, le capital-obligations de 32 millions.

L'ensemble des installations figure dans les livres pour la somme de 55,9 millions.

Société Romande d'Electricité, à Territet, pour l'année 1928.

(Comprenant les résultats des Sociétés électriques Vevey-Montreux et des Forces motrices de la Grande Eau.)

La quantité d'énergie produite et revendue a été de 51,1 millions de kWh, dont 1,6 millions de kWh utilisés de Fully, contre 47,2 millions de kWh en 1927 et 0,8 million de Fully.

	Frs.
Le total des recettes a atteint (recettes du tramway et autobus non comprises)	6 116 864.48
dont fr. 4 655 519.32 provenant de la vente de courant.	
Le total des dépenses (dépenses du service des tramways et autobus non comprises) a été de	4 179 671.70
Le bénéfice de l'exercice a été de	1 937 192.78
Les amortissements et versements aux divers fonds de réserve se montent à	1 030 805.45
Les dividendes et répartitions se sont élevées à	871 605.20
Les soldes à nouveau s'élèvent à	34 782.13

Le total de l'actif des 3 sociétés figure dans les livres pour une somme de fr. 33 952 756.54 le service du tramway et autobus compris.

S. A. de l'Usine électrique des Clées à Yverdon, sur l'année 1928.

La quantité d'énergie distribuée a été de 8 636 789 kWh, dont 6 547 410 kWh produits à l'usine génératrice hydraulique aux Clées et 188 515 à l'usine de réserve à vapeur.

	fr.
Les recettes provenant de la vente d'énergie, de la location des compteurs et des intérêts actifs ont été de	927 628
Les frais d'exploitation, y compris les intérêts des obligations, ont été de	458 775
Pour achat d'énergie on a dépensé	106 000
Les amortissements et versements au fonds de construction ont été de	163 000
Le dividende de 10 % et les tantièmes ont absorbé le surplus, soit	699 853

Le capital-actions est de 1,6 millions. Le capital-obligations de 0,29 million.

Elektra Baselland, Liestal, pro 1928.

Diese Genossenschaft kann heute auf eine 30jährige Tätigkeit zurückblicken. Wie letztes Jahr schon vorgesehen, hat die Generalversammlung nun beschlossen, im kommenden Jahre die Dieselreserve zu verstärken, und zwar durch Installation einer Gruppe von 1600 kW (2400 PS effektive Leistung am Dieselmotor).

Im verflossenen Jahre hat die bestehende Reserveanlage für Spitzendeckung 83 400 kWh erzeugt, während 22 137 250 kWh in den benachbarten Werken (Augst, Aarau und Olten-Gösgen) bezogen wurden. Die maximale Belastung stieg auf 5475 kW an. Ende 1928 betrug der Anschlusswert 21 773 kW.

Die erzielten Stromeinnahmen betrugen insgesamt Fr. 1 339 145.—.

	Fr.
Laut Gewinn- und Verlustrechnung betrugen die Nettoeinnahmen	613 423
(wovon Fr. 580 077.— vom Energieverkauf herrühren)	
Die Betriebsausgaben inklusive Passivzinsen betrugen	376 304
Zu Amortisationen wurden verwendet	201 574

Zu Einlagen in verschiedene Fonds und zu gemeinnützigen Zwecken wurden verwendet	32 805

Die gesamten Anlagen ohne Materialvorräte stehen mit Fr. 1 027 316.— zu Buche.

Elektra Birseck, Münchenstein, pro 1928.

Der Energieverbrauch hat 46,28 Millionen kWh betragen (6,8 Millionen mehr als im Vorjahre). Die eigene Wasserkraftanlage hat 0,94 Millionen kWh, die Dampfturbinenanlage nur 24 360 kWh geliefert. Die übrige Energie ist von Wangen, Augst und Gösgen bezogen worden. Was dafür bezahlt worden ist, geht aus dem Geschäftsbericht nicht hervor.

	Fr.
Die Einnahmen aus dem Energieverkauf betrugen	2 774 081
Der Gewinn aus Installationen (bei einem Umsatze von Fr. 612 621)	37 843
Aktivzinsen	23 291
Die Ausgaben für Betrieb, Verwaltung und Unterhalt (inklusive Passivzinsen, Energieankauf und Zählerankauf)	2 015 515
Ferner wurden verwendet:	
zu Abschreibungen	686 805
zu Rückstellungen verschiedener Art	122 868
zu Vergabungen	10 750

Die gesamten Anlagen und Immobilien stehen mit nur Fr. 1 270 719 zu Buche.

Das Genossenschaftskapital beträgt Franken 1 079,856, die Obligationenschuld Fr. 300 000.

Elektrizitätswerk der Stadt Aarau, pro 1928.

Dank der sehr günstigen Wasserverhältnisse konnten 50,8 Millionen kWh abgegeben werden, 21 % mehr als im Vorjahre. Vermehrt hat sich namentlich die Energieabgabe zu thermischen Zwecken.

Die maximale Belastung betrug 10 700 kW, gegenüber 9940 kW im Vorjahre.

Der Gesamtanschlusswert ist von 34 112 auf 36 954 kW gestiegen.

Die Einnahmen setzten sich zusammen aus:

	Fr.
Energieverkauf	1 976 318
Installationen und Apparateverkauf .	385 532
Verschiedenes und Saldovortrag . .	130 623
Total	2 492 473

Die Ausgaben betrugen:

Verzinsung zu 5¾ % der investierten Gelder	434 192
Verwaltung, Betrieb und Unterhalt (inkl. Fr. 151 989 für Steuern und Wasserrechtszinse)	690 501
Installationen und Apparateeinkauf .	348 116
Amortisationen	500 000
Einlage in die Stadtkasse	200 000
Einlagen in verschiedene Fonds und die Pensionskasse	250 000
Saldovortrag	69 664
Total	2 492 473

Die Gesamtanlagen des Elektrizitätswerkes haben 14,02 Millionen gekostet und stehen heute mit 9,34 Millionen zu Buche. Die Schuld des Elektrizitätswerkes an die Gemeindekasse beträgt heute noch 7,4 Millionen.

Elektrizitätswerk der Stadt Baden, pro 1928.

Die abgegebene Energiemenge betrug 19,68 Millionen kWh, wovon nur 0,31 Millionen von aussen (A. E. W.) bezogen wurden.

Der totale Anschlusswert betrug Ende 1928 25 408 kW.

Die gesamten Einnahmen beliefen sich auf Fr. 1 154 709, wovon Fr. 1 083 898 vom Energieverkauf herrühren.

Die Ausgaben betrugen:	Fr.
für Verwaltung	111 685
für Betrieb und Unterhalt	391 774
für Verzinsung der investierten Gelder	227 544
für Amortisationen und Einlage in die Betriebsreserve	373 602
An die Stadtkasse wurden abgeliefert	50 000

Der Buchwert der elektrischen Anlagen beträgt Ende 1928 4,9 Millionen.

Licht- und Wasserwerke der Stadt Chur, pro 1928.

Die im Berichtsjahre abgegebene Energiemenge betrug 18,72 Millionen kWh, wovon Chur selbst 4,64 Millionen absorbierte und der übrige Teil an Davos, Arosa, das Schanfigg, an Zürich und an die Chur-Arosa-Bahn abgegeben wurde. Erzeugt wurde die Energie in den beiden städtischen Zentralen mit Ausnahme von 0,43 Millionen, die von Zürich bezogen werden mussten.

Im Momente der Maximalbelastung (4070 kW) mussten vom Elektrizitätswerk der Stadt Zürich 460 kW bezogen werden.

	Fr.
Die Einnahmen betrugen . . . . (worunter Fr. 85 251 vom Installationswesen herrührend).	1 251 095
Die Ausgaben betrugen . . . . . (wovon Fr. 75 539 vom Installationswesen herrührend).	659 733
Es entfallen davon:	
auf den Fremdstrombezug . . .	31 810
auf die Verzinsung des Anlagekapitals	207 046
auf die Amortisationen und Einlage in den Erneuerungsfonds . . .	80 600

Der Einnahmenüberschuss zugunsten der Stadtkasse beträgt Fr. 591 362, wobei zu bemerken ist, dass die Stadt ausserdem die öffentliche Beleuchtung gratis erhält.

Service de l'Electricité de la Ville de Lausanne, sur l'année 1928.

	kWh
La quantité d'énergie produite par l'usine de St-Maurice a été de .	43 059 000
celle produite par les machines thermiques de	17 400
celle achetée à l'E. O. S. de . . .	395 600
Total	43 472 000

Elle a été utilisée comme suit:

à Lausanne	30 585 000
à Genève	8 324 000
aux Forces Motrices de l'Avançon	2 209 000
en Valais	680 000
perte en lignes	1 674 000

La charge maximum a été pour Lausanne et sa banlieu de 7602 kW. Les installations raccordées au réseau représentaient fin 1928 46 400 kW contre 44 400 kW l'année précédente.

	1928 fr.	1927 fr.
Le total des recettes s'est élevé à	4 914 426	4 860 531
Dans ce chiffre la vente du courant entre pour	4 237 733	4 126 165
La vente d'appareils et la location des compteurs pour	581 692	620 850
Les dépenses ont été de	2 518 459	2 545 236
chiffre dans lequel l'intérêt des capitaux entre pour	682 613	707 313
les dépenses pour l'achat d'appareils, le service de l'atelier et des compteurs pour	600 154	635 812
les dépenses d'exploitation proprement dites pour	1 235 692	1 202 081
Sur le bénéfice brut de	2 395 966	2 315 295
on a prélevé pour amortissements et pour versement au fonds de renouvellement	1 248 294	1 206 670
On a versé à la caisse municipale	1 147 672	1 108 625

Il est à noter que le service électrique supporte les frais de l'éclairage public, qui se montent pour l'année entière à fr. 266 941.

Le capital dépensé depuis 1899 se monte à fr. 23 139 295. Le capital dû par le service électrique à la caisse municipale se monte encore à fr. 12 230 619.

Elektrizitätswerk Luzern-Engelberg A.-G., Luzern, pro 1928.

(Stromproduzierendes Werk.)

	1928:	*Vorjahr:*
Total abgegebene Energie	43 240 034 kWh	35 206 810 kWh
davon in eigenen Anlagen produziert: hydraulisch	41 373 014	33 026 390
kalorisch	17 020	420
von C. K. W. bezogen	1 850 000	2 180 000
Die Abgabe verteilt sich auf:		
Elektrizitätswerk der Stadt Luzern	22 668 380	20 041 210
die C. K. W.	10 665 000	6 958 000
das eigene Verteilgebiet, einige Grossabonnenten, Leitungs- u. Transformatorenverluste	9 906 654	8 207 600
Anschlusswert im eigenen Detailverteilgebiet, auf Jahresende (exklusive Unterzentrale für E. W. L. und C. K. W.)	4 531 kW	4 302 kW
Die gesamten Betriebseinnahmen betrugen	1 280 560 Fr.	1 265 916 Fr.
wovon die Stromeinnahmen	1 275 576	1 260 616
Die Betriebsausgaben, inklusive Steuern, Konzessionsgebühren usw. betrugen	615 155	591 621
Ausserdem für Passivzinsen u. Abschreibungen auf den Anlagen	396 342	412 110
Der Reingewinn betrug	303 072	299 411
wovon Fr. 276 000 (wie im Vorjahre) verwendet wurden zur Ausrichtung einer Dividende von 6% (Vorjahr 6 %) an die Prioritäts- und Stammaktien.		
Der Buchwert der Aktiven beträgt	5 579 591	6 309 043

Elektrizitätswerk der Stadt Luzern, pro 1928.

(Stromverteilendes Werk ohne Eigenproduktion.)

	1928:	*Vorjahr:*
Bezogene Energie	22 978 680 kWh	20 332 650 kWh
Anschlusswert auf Jahresende	30 614 kW	28 276 kW
Die gesamten Einnahmen betrugen	4 423 522 Fr.	3 877 988 Fr.
wovon die Stromeinnahmen	3 033 363	2 644 406
Ausserdem Einnahmen an Zinsen, Dividenden usw.	244 778	224 205
Die gesamten Ausgaben betrugen	2 742 768	2 532 741
wovon für Strombezug	803 437	763 764
Ausserdem wurden aufgewendet für Zinsen, Abschreibungen und Einlagen in den Erneuerungsfonds	496 662	523 386
Der an die Stadtkasse abgelieferte Reinertrag beläuft sich auf	1 428 870	1 046 066
Der Buchwert der Aktiven beträgt	6 154 259	5 749 149
wovon Fr. 4 139 000 den Wert des Aktienanteils Luzern-Engelberg darstellen.		

Energieverbrauch von grösseren Städten.

621.311(001)

Im Bulletin des S. E. V. 1929, No. 4, S. 119, haben wir einige Zahlen über den Energieverbrauch pro Kopf der Bevölkerung grösserer deutscher Städte und zum Vergleich diesbezügliche Zahlen aus schweizerischen Städten mit-

Jährlicher Energieverbrauch pro Kopf der Bevölkerung grosser Städte im Jahre 1927.
(Ermittelt von der BEWAG.)

Tabelle I.

	Niederspannung (allgem. Licht- und Kraftversorgung) kWh pro Kopf	Industrielle u. gewerbl. Hochspannung kWh pro Kopf	Traktionsstrom für öffentl. Verkehrsunternehmungen kWh pro Kopf	Gesamtverbrauch kWh pro Kopf	Bemerkungen
Chicago	283,21	511,20	294,06	1 088,47	
Philadelphia	keine Einzelheiten			913,65	
Detroit[1])	342,12	468,25	73,48	883,85	1) Detroit and Environs.
New York	keine Einzelheiten			667,00	
Basel	375,97	211,41	52,46	639 84	
Zürich	310,23	212,22	81,48	603,93	
Stockholm	146,65	95,97	51,97	294,95	
Paris[2])	90,82	111,31	77,01	279,14	2) Paris et Département de la Seine.
Stuttgart	107,75	98,23	52,24	258,22	
Berlin[3])	97,83	100,00	53,74	251,57	3) Einheitsgemeinde Berlin (Grossberlin). (Berlin-BEWAG: 240.)
Amsterdam	156,09	57,70	22,30	236,09	
Wien	keine Einzelheiten			210,42	
s'Gravenhage	90,38	51,69	66,60	208,67	
Hamburg	64,06	115,27	29,23	208,56	
Kopenhagen	136,87	32,55	25,51	194,93	
London[4])	65,25	67,85	17,81	150,93	4) London and Home Counties Electricity District.
Budapest	keine Einzelheiten			135,94[5])	5) Exklusive Traktionsstrom.

Verbrauchszahlen grosser Städte im Jahre 1927.
(Ermittelt von der BEWAG.)

Tabelle II.

	Millionen Einwohner	Jahreshöchstbelastung (Maximum kW)	Abgegebene Nutzarbeit in Mill. kWh	Auf den Kopf der Bevölkerung entfallen: kW-Maximum	kWh-Nutzarbeit	Elektrifizierte Wohnungen %	Bemerkungen
Chicago	3,100	916 000	3374	0,296	1088,47	96,25	
Philadelphia	1,824	455 000	1666	0,249	913,65	?	
Detroit[1])	2,100	443 800	1811	0,211	862,43	?	1) Detroit and Environs.
New-York		?			667,00	?	
Basel	0,150	23 000	95	0,154	639,85	100	
Zürich	0,224	63 800	135	0,285	603,93	99,3	
Stockholm	0,465	54 300	137	0,117	294,40	88,82	
Paris[2])	4,662	ca. 521 000	1301	0,112	279,14	63,76	2) Paris et Département de la Seine.
Stuttgart	0,362	56 994	93	0,157	257,94	82,44	
Berlin[3])	4,169	ca. 390 000	1049	0,094	251,57	ca. 50	3) Einheitsgemeinde Berlin (Grossberlin).
Amsterdam	0,745	76 214	176	0,102	236,09	ca. 96	
Wien	1,901	ca. 154 000	rd. 400	0,081	210,42	?	
s'Gravenhage	0,416	38 950	87	0,094	208,67	ca. 100	
Hamburg	1,162	115 170	242	0,099	208,56	?	
Kopenhagen	0,602	60 800	117	0,101	194,93	89,75	
London[4])	6,866	ca. 608 666	939	0,089	136,82	?	4) Für einen mit Grossberlin vergleichbaren Komplex.
Budapest	0,967	61 710	131	0,063	135,34	56,63	

geteilt, und wir haben an Hand des Beispiels von Schaffhausen darauf hingewiesen, dass diese Zahlen nur sehr bedingt richtig und nur von relativem Werte sind und Vergleiche nur mit grosser Vorsicht und unter voller Berücksichtigung aller mitspielenden Umstände gezogen werden dürfen, indem beispielsweise das Auftreten eines industriellen Grossverbrauchers die Zahlen wesentlich ändern, gelegentlich vervielfachen kann.

In einer interessanten Zuschrift teilt die BEWAG (Berliner Städtische Elektrizitäts-Werke A.-G.) unsere Auffassung und zeigt an Hand der Beispiele von Berlin und Stuttgart, wie ausserordentlich schwierig es ist, richtige Verbrauchszahlen zu finden, besonders in Orten, welche von mehreren Werken versorgt werden, welche ihrerseits noch ausserhalb des Stadtgebietes liegenden Orten Energie liefern. Die

BEWAG hat durch eine *direkte* Umfrage bei grossen Werken Verbrauchszahlen zu ermitteln versucht, welche grösseren Anspruch auf Richtigkeit erheben können als die gewöhnlich in der Presse veröffentlichten. Wir sind durch das Entgegenkommen der BEWAG in der Lage, diese Zahlen in den vorstehenden Tabellen I und II mitzuteilen.

Konzession für das Etzelwerk der S. B. B.

621.312.134(494)

Der Tagespresse ist zu entnehmen, dass nunmehr die Kantone Zürich, Zug und Schwyz den Schweizerischen Bundesbahnen (S. B. B.) die Konzession zum Bau des geplanten Etzelwerkes erteilt haben.

Durch Erstellen einer Staumauer «in den Schlagen» bei Einsiedeln soll ein Stausee östlich von Einsiedeln gebildet werden; das Wasser wird durch einen Druckstollen nach Lidwil bei Altendorf geleitet, wo das Maschinenhaus gebaut werden soll. Die Konzession wird auf die Dauer von 50 Jahren erteilt und dann auf weitere 50 Jahre erneuert. Die Bundesbahnen bezahlen eine einmalige Konzessionsgebühr an die drei Kantone in Höhe von Fr. 350 000 sowie einen jährlichen Wasserzins von Fr. 5 für die Bruttopferdekraft. Die Bezirke Einsiedeln und Höfe erhalten eine gewisse Kraftmenge unentgeltlich. Die besondern Ansprüche der Bezirke Einsiedeln und Höfe regeln Zusatzverträge dieser Bezirke mit den Bundesbahnen. Beide Bezirke erhalten danach Entschädigungen für den ihnen entstehenden Ausfall an Land und für die zu befürchtenden Nachteile, die der Betrieb des Kraftwerkes mit sich bringt. Ebenso sind in den Zusatzverträgen die Verpflichtungen festgelegt, die die Bundesbahnen übernehmen für Strassenunterhalt, Strassenbau, Bachverbauungen, Neuansiedlungen der expropriierten Landwirte im Bezirk Einsiedeln usw.

Ein Zusatzvertrag des Kantons enthält eine Reihe von Bestimmungen bezüglich Schutz der Anstösser und des Hinterlandes, ferner bezüglich der Stauverhältnisse des Speichersees, Unterhalt der Ufer, Fischerei, besonderen Verhältnisse während des Baues usw.

Der Etzelwerkvertrag sieht die Erstellung eines Sees vor, welcher den Talboden der Sihl östlich von Einsiedeln über Euthal bis gegen Unter-Iberg hinauf füllen wird. Die Ueberlaufkante des Sees wird sich auf Kote 892,60 befinden. Die Abschlussmauer «in den Schlagen» soll eine Höhe von 25 m bekommen. Dieser künstliche See von ungefähr 9 km grösster Länge und 2 km grösster Breite hat ein Fassungsvermögen von 96 000 000 m^3 bei einer Oberfläche von 11 600 000 m^2. Es wird die Erwerbung von ungefähr 12 000 000 m^2 Land erforderlich, das heute teils als Pflanzland und Wiesland, teils zur Streue und Torfgewinnung benutzt wird. Die Geologen sprachen sich einmütig für die Möglichkeit der Anlage des Stausees aus. Sie sind der Ansicht, dass Durchsickerungen nicht zu befürchten seien. Ausser der Staumauer «in den Schlagen» ist zur Schaffung des Sees noch die Erstellung eines Abschlussdammes in der «Hühnermatt» unterhalb Einsiedeln erforderlich. Zur Aufrechterhaltung des Verkehrs sind ausgedehnte Strassenanlagen an den Seeufern und die Erstellung von drei Brücken bei Willerzell, Steinbach und Sihlboden notwendig. Die Wasserentnahme erfolgt direkt oberhalb der Staumauer, von wo das Wasser durch einen Druckstollen von 2830 m Länge dem Wasserschloss oberhalb Bilsten zugeleitet wird. Von hier aus führt eine aus zwei Rohrsträngen bestehende Druckleitung von 2300 m Länge über den Fliegenberg nach dem Maschinenhaus westlich des Weinberges, Gemeinde Altendorf. In einem 440 m langen Unterwasserkanal gelangt alsdann das Sihlwasser in den obern Zürichsee.

Die Ausbauleistung wird etwa 90 000 kW betragen und somit ein vielfaches der mittleren Leistung von 16 500 kW (entsprechend einer konstant verfügbaren Wassermenge von 4,8 m^3/sec und einem Nutzgefälle von 470 m) betragen. Die jährlich mögliche Energieerzeugung wird sich auf rund 130 000 000 kWh ab Kraftwerk belaufen.

Das Etzelwerk wird als Speicherwerk zusammen mit dem ebenfalls projektierten Aare-Kraftwerk Rupperswil als Laufwerk eine ähnliche Kraftwerksgruppe bilden wie die Werke Amsteg-Ritom und Vernayaz-Barberine. Da die vom Oktober bis April aus den beiden bestehenden Kraftwerksgruppen verfügbare Energie schon im Kalenderjahr 1929 gut ausgenutzt ist, dürfte die Inangriffnahme des Baues des Etzelwerkes in relativ naher Aussicht stehen.

Schweizer. Kommission für Lichtwirtschaft.

621.321

Wir entnehmen dem Bericht dieser Kommission über Schaufensterlichtwerbung pro 1928 folgendes:

Nachdem schon im Jahre 1927 die ersten Arbeiten zur Bildung einer Schweizer. Kommission für Lichtwirtschaft von den Glühlampenfabriken, als Initianten, unternommen worden waren, vereinigten sich am 30. Januar 1928 in Zürich die nachstehend angeführten Verbände zur

Schweizer. Kommission für Lichtwirtschaft (S. K. f. L.)

Schweizer. Gewerbeverband (S. G. V.),
Schweizer. Elektrotechnischer Verein (S. E. V.),
Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (V. S. E.),
Verband Schweizer. Elektro-Installationsfirmen (V. S. E. I.),
Glühlampenfabriken,
Beleuchtungskörperfirmen.

Der Schweizerische Gewerbeverband übernahm das Protektorat und es entsandten in die Kommission: der S. G. V. je einen Vertreter von den in der Gruppe Handel vereinigten Unterorganisationen, vom Schweizerischen Textil-Detaillisten-Verband, vom Schweizerischen Rabattverband und von der Fédération Romande des Classes Moyennes du Commerce; ferner je eine Vertretung der S. E. V. und V. S. E., der V. S. E. I., die Glühlampenfabriken, die Beleuchtungskörperfirmen (Ed. Hummel, Basel; Trolliet

frères Genf-Lausanne; Lichttechnik A.-G., Herisau; B. A. G. Turgi; A. E. G. Elektrizitäts A.-G., Zürich; Baumann, Koelliker & Cie. A.-G., Zürich; P. Eberth & Cie., Zürich; Siemens Elektrizitätserzeugnisse A.-G., Zürich; E. Thoma, Zürich).

Der *Arbeitsausschuss* wurde bestellt aus den Herren:

Präsident: H. Galeazzi, Sekretär des S. G. V.
Vizepräsident: E. Maute, Direktor der Osram A.-G., Zürich.
Sekretär: J. Guanter, Lichtingenieur der Osram A.-G., Zürich.

Zweck der S. K. f. L. ist, durch Gemeinschaftsarbeit aller beteiligten Kreise die für den Verbraucher wirtschaftlichste Lichtanwendung zu fördern.

Als erstes wurde die Propagierung zweckmässiger *Schaufensterbeleuchtung* und ein diesbezügliches Arbeitsprogramm festgelegt. Nachdem durch vorherige Rückfrage bei den Elektrizitätswerken der Städte Basel, Bern, Genf, Lausanne, Luzern, St. Gallen, Schaffhausen, Winterthur und Zürich festgestellt worden war, wie viele Ladenbesitzer in die Werbeaktion einbezogen werden sollten, wurden die im Programm vorgesehenen Werbekarten in einer Gesamtauflage von 7400 Serien gemeinsam angefertigt.

Im Monat Februar wurde in den erwähnten Städten die Bildung *örtlicher Kommissionen* eingeleitet.

Die S. K. f. L. unterstützte die Durchführung der Werbeaktionen in den Städten auch in finanzieller Hinsicht, indem sie aus den ihr vom V. S. E. I., den Glühlampenfabriken und Beleuchtungskörperfirmen zur Verfügung gestellten Mitteln Zuschüsse an die entstehenden Werbekosten beisteuerte und ungefähr die Hälfte der budgetierten Auslagen übernahm. Der Restbetrag wurde von den örtlichen Kommissionen selbst aus Beiträgen des Elektrizitätswerkes und der beteiligten Verbände getragen.

Zur fachlichen Ausbildung der Elektroinstallateure veranstaltete die *Kommission für Lichtwirtschaft des V. S. E. I.* in den Monaten Oktober und November bei den deutschschweizerischen Sektionen des V. S. E. I. Ausbildungskurse über Lichttechnik und angewandte Beleuchtungstechnik, bei welcher Gelegenheit die Schaufensterbeleuchtung eingehend behandelt wurde.

In 200 mittleren und kleinen Orten der Schweiz wurde jedem Ladeninhaber ein «Ratgeber für Schaufensterbeleuchtung» mit einem Begleitzirkular und frankiertem Briefumschlag kostenlos zur Verfügung gestellt. Ausserdem wurden diesen Orten Zeitungsartikel über Schaufensterbeleuchtung zur Weitergabe an die Ortspresse überlassen. Die erste Auflage des Ratgebers in 8500 deutschen und 3500 französischen Exemplaren war bald vergriffen und es musste eine zweite Auflage von 4000 deutschen Ratgebern hergestellt werden.

(Fortsetzung siehe Seite 399.)

Unverbindliche mittlere Marktpreise je am 15. eines Monats.

Prix moyens (sans garantie) le 15 du mois.

		Juni *juin*	Vormonat Mois précédent	Vorjahr Année précédente
Kupfer (Wire bars) *Cuivre (Wire bars)*	Lst./1016 kg	84/10	85/—	69/5
Banka-Zinn . . . *Etain (Banka)* . .	Lst./1016 kg	200/13/9	201/12/6	222/6/3
Zink . . . . . . *Zinc*	Lst./1016 kg	26/3/9	26/16/3	25/17/6
Blei . . . . *Plomb*	Lst./1016 kg	23/10	24/5	21/5
Formeisen . . . *Fers profilés* . . .	Schw. Fr./t	132.—	128.—	130.—
Stabeisen . . . . *Fers barres* . . .	Schw. Fr./t	159.—	159.—	150.—
Ruhrnusskohlen *Charbon de la Ruhr* II 30/50	Schw. Fr./t	45.80	45.80	42.50
Saarnusskohlen *Charbon de la Saar* I 35/50	Schw. Fr./t	45.—	45.—	42.—
Belg. Anthrazit . . *Anthracite belge* .	Schw. Fr./t	72.—	72.—	70.—
Unionbrikets . . . *Briquettes (Union)* .	Schw. Fr./t	38.—	38.—	38.—
Dieselmotorenöl (bei Bezug in Zisternen) . . . . *Huile pour moteurs Diesel (en wagon-citerne)*	Schw. Fr./t	106.—	106.—	109.—
Benzin *Benzine* (0,720) .	Schw. Fr./t	295.—	295.—	245.—
Rohgummi . . . . *Caoutchouc brut* .	sh/lb	0/10 5/8	0/10 3/4	0/9 1/4
Indexziffer des Eidgenössischen Arbeitsamtes (pro 1914=100) . . . *Nombre index de l'office fédéral (pour 1914=100)*		161	161	162

Bei den Angaben in engl. Währung verstehen sich die Preise f. o. b. London, bei denjenigen in Schweizerwährung franko Schweizergrenze (unverzollt).

Les prix exprimés en valeurs anglaises s'entendent f. o. b. Londres, ceux exprimés en francs suisses, franco frontière (sans frais de douane).

Die erforderlichen Mittel für diese Aktion wurden vom V. S. E. und von den Glühlampenfabriken aufgebracht.

Tätigkeit der örtlichen Kommissionen.

In den grösseren Schweizerstädten, wie z. B. Basel, Bern, Genf, Luzern, St. Gallen, Winterthur, Zürich, wurden im Frühjahr 1928, zum Teil auch schon im Herbst 1927, Kommissionen für Schaufensterbeleuchtung gebildet, welche, mit wenigen Ausnahmen, Aktionen zur Propagierung guter und wirtschaftlicher Schaufensterbeleuchtung durchführten. Es wurden Vorträge, Ausstellungen und Wettbewerbe veranstaltet. Die Schaufenster wurden durch Fachleute systematisch geprüft und taxiert, den Ladeninhabern Verbesserungsvorschläge gemacht und zum Teil Kostenvoranschläge für vorteilhafte Aenderung der Beleuchtung zugestellt. In einzelnen Städten wurden 500, 1000, 1500 Schaufensterbeleuchtungen taxiert. Von diesen Schaufensterbeleuchtungen wurden nur etwa ⅓ als befriedigend und ⅔ als mehr oder weniger weitgehender Aenderungen bedürftig befunden. Es wurden neutrale Beratungsstellen geschaffen, welche den Ladeninhabern kostenlos zur Verfügung standen. Ueberall stellte sich die Tagespresse, vielerorts sogar mit Sonderausgaben, in den Dienst der Sache.

Die Werbeaktion in den mittleren und kleineren Orten beschränkte sich auf den Versand des «Ratgebers».

Die S. K. f. L. ist natürlich bereit, allen jenen Orten, die die Schaufenster-Lichtwerbung erst diesen Herbst durchzuführen beabsichtigen, mit Rat und Hilfe beizustehen.

Ergebnisse.

In die ganze Schaufenster-Lichtwerbung sind über 21 000 Ladenbesitzer einbezogen worden.

Aus den von Basel, Luzern, St. Gallen, Winterthur und Zürich erhaltenen Tätigkeitsberichten lässt sich zusammenfassend feststellen, dass die *Ladenbesitzer* zunehmend einsehen, dass das gut beleuchtete Schaufenster für sie ein wichtiges und wirksames Propagandamittel darstellt und dass sie, insbesondere seit der Werbeaktion, der Frage der richtigen Beleuchtung vermehrtes Interesse entgegenbringen, wobei sie abends das Schaufenster auch über den Ladenschluss hinaus beleuchtet lassen, um für diese Zeit die Propagandawirkung ebenfalls auszunützen.

Die *Elektroinstallationsfirmen* anerkennen den geschäftlichen Wert einer solchen gemeinsamen Propagandaaktion; in allen Städten, in denen die Werbung systematisch durchgeführt wurde, sind zum Teil recht erhebliche Umsätze im Beleuchtungskörperverkauf und in Neu- und Umänderungsinstallationen zu verzeichnen. Allgemein sprechen sich die Installateure für eine Fortsetzung solcher gemeinsamer Lichtwerbungen aus.

Die *Elektrizitätswerke* konnten natürlich heute noch keine wesentliche Steigerung des Anschlusswertes und des Stromabsatzes feststellen; eine Stadt berichtet allerdings, dass der Anschlusswert in den Schaufenstern im Durchschnitt um 25 % gestiegen sei, nicht in gleichem Verhältnis dagegen der Energieabsatz, weil die Beleuchtungskörper in den Schaufenstern meist in zwei getrennte Stromkreise angeschlossen werden, welche vielfach nur im Dezember gleichzeitig eingeschaltet werden. Ein sehr wirksames Mittel, die Benützung der Schaufensterbeleuchtung nach Geschäftsschluss zu fördern und damit den Stromabsatz zu erhöhen, besteht in der Einräumung besonderer Tarife, wie sie z. B. in Basel, Genf und St. Gallen eingeführt sind. Hauptsache eines solchen Sondertarifs ist, dass er ab 19 Uhr gültig sei. Die in vielen Orten schon bestehenden Doppeltarife für Beleuchtung eignen sich auch als Schaufensterbeleuchtungs- und Lichtreklametarif sehr gut, nur sollte für diese Anwendungsgebiete der Niedertarif — im Gegensatz zu der übrigen Beleuchtung — schon um 19 Uhr einsetzen.

Vom Eidg. Departement des Innern erteilte Stromausfuhrbewilligungen.

Der Schweizerischen Kraftübertragung A.-G. in Bern (S. K.) wurde unterm 29. April 1929 die vorübergehende Bewilligung (V 26) erteilt, ihre auf Grund der Bewilligung Nr. 86 erfolgende Energieausfuhr ans Badenwerk in den Sommermonaten (Mai—September) tagsüber an den Werktagen um 3000 kW, d. h. von 11 000 auf maximal 14 000 kW zu erhöhen. Die während der Nacht und des Sonntags bereits zur Ausfuhr bewilligte Leistung von maximal 15 400 kW bleibt unverändert. Bei günstigen Wasserverhältnissen und gedecktem Inlandbedarf kann die S. K. ermächtigt werden, die Energieausfuhr im Monat Oktober mit einer Leistung von maximal 9000 kW fortzusetzen.

Die vorübergehende Bewilligung V 26 kann jederzeit ganz oder teilweise zurückgezogen werden. Sie ist längstens bis 31. Oktober 1930 gültig.

Der Società elettrica locarnese in Locarno wurde unterm 4. Juni 1929 die Bewilligung (No. 102) erteilt, maximal 2 kW elektrischer Energie an einige italienische Bezüger an der Grenze bei Valmara auszuführen. Die Bewilligung No. 102 ersetzt die am 30. April 1929 abgelaufene, auf dieselbe Quote lautende Bewilligung No. 87 und ist gültig bis 30. April 1934.

Elektra Baselland. 621.4621.3120(064)

Im Jahre 1910 installierte die Elektra Baselland einen Dieselmotor von 750 kW Maximalleistung als Kraftreserve und zur Spitzendeckung, bei einer Maximalbelastung von 1700 kW. Bis zum Jahre 1930 rechnet man mit einer Maximalbelastung von 6500 kW. Da, bezogen auf diese Leistung, die vorhandene Sicherstellung durch den Dieselmotor nur noch ca. 12 % betragen würde, hat die 32. Generalversammlung einen Kredit von Fr. 485 000 bewilligt zur Anschaffung eines zweiten Dieselmotors mit einer Dauerleistung von 1800 kW.

Die neue Anlage kommt in der jetzigen Maschinenhalle in Liestal zur Aufstellung und wird 1930 betriebsfertig sein.

Mitteilungen der Technischen Prüfanstalten. – Communications des Institutions de Contrôle.

Prüfung von Spannungstransformatoren für Nennspannungen bis 150 kV.

621.314.38 (0068)

Als unmittelbare Folge der Erweiterung und Vermaschung der grossen Uebertragungsnetze mit Betriebsspannungen bis zu 150 kV ist das Bedürfnis nach genauen Leistungsmessungen auch in solchen Höchstspannungsanlagen gestiegen. Die hier zur Verwendung gelangenden Strom- und Spannungswandler müssen nun auf ihre Genauigkeit, d. h. auf Winkelfehler und Uebersetzungsverhältnis geprüft werden.

Die Messung der Stromwandler wird meistens nach einer von Schering und Alberti angegebenen Kompensationsmethode vorgenommen. Da es sich dabei nur um den Vergleich von Strömen handelt, bieten sich auch für Stromtransformatoren mit hohen Betriebsspannungen keine messtechnischen Schwierigkeiten. Anders liegen die Verhältnisse bei den Spannungswandlern. Bei den bisher bekannten Methoden benutzt man einen Widerstandsteiler in Parallelschaltung mit der Oberspannungswicklung und vergleicht eine Teilspannung desselben mit der Unterspannung des Messtransformators (prinzipielle Schaltung siehe Figur 1).

Bei dieser Einrichtung liegt erfahrungsgemäss die Hauptschwierigkeit in der Herstellung eines selbstinduktions- und kapazitätsfreien Hochspannungsteilers. Mannigfache Verbesserungen haben zwar dessen Verwendungsbereich bis zu Spannungen gegen 70 kV ermöglicht, für

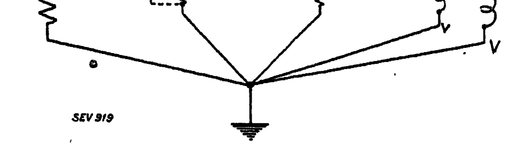


Fig. 1.

Messanordnung, entwickelt von der Phys. Techn. Reichsanstalt.

W = Widerstandsteiler.
Tr = zu prüfender Spannungstransformator.
C = Drehkurbelkondensator.
V = Vibrationsgalvanometer.
R_1 u. R_2 = Widerstände.

höhere Spannungen erscheint es aber ausgeschlossen, hinreichend kapazitätsfreie Widerstände zu bauen.

Unter Benützung eines kurzen Hinweises in der Zeitschrift für Instrumentenkunde vom Juni 1927 wurde in den Technischen Prüfanstalten in Verbindung mit dem Eidg. Amt für Mass und Gewicht eine Kompensationsmethode ausgearbeitet, bei der an Stelle des Widerstandsteilers eine kapazitive Spannungsteilung tritt (siehe Figur 2).

Die Sekundärseite des Spannungswandlers ist an einen Widerstand $R = 5000 \div 10\,000$ Ohm

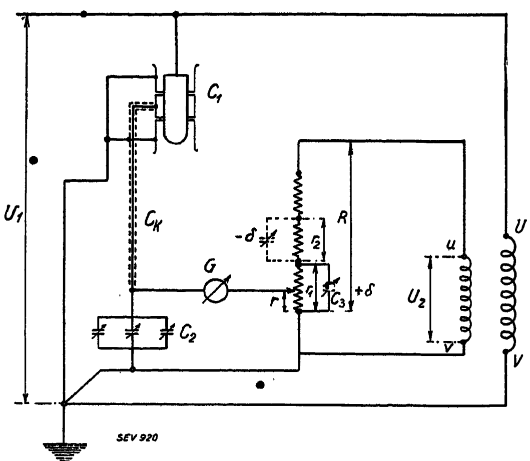


Fig. 2.

angeschlossen; der Spannungsteiler wird gebildet aus einem verlustfreien, abgeschirmten Kondensator C_1 von 100 $\mu\mu$ F und einem regulierbaren Glimmerkondensator C_2 von $0{,}5 \div 1$ μ F. Das abgeschirmte Kabel C_k führt über das Vibrationsgalvanometer als Nullinstrument an eine veränderliche Teilspannung r des Widerstandes R. Die Phasenlage des Spannungsgefälles im Widerstande r_1 wird durch den Dreidekaden-Glimmerkondensator C_3 so lange geändert, bis Stromlosigkeit des Galvanometers G die Grössen- und Phasengleichheit der Kondensatorspannung an C_2 und der Spannung am Widerstande r angibt. Beträgt der Verlustwinkel des Spannungsteilers d Minuten, so ergeben sich als Gleichungen für das Uebersetzungsverhältnis u:

$$\frac{U_1}{U_2} = u = \frac{C_1 + C_2 + C_k}{C_1} \cdot \frac{r}{R}$$

und für den Fehlwinkel des zu prüfenden Spannungswandlers in Minuten:

Positiv: Kondensator C_3 an r_1 geschaltet

$$\delta = + 1{,}08 \cdot C_3 \cdot r_1 \left(1 - \frac{r_1}{R}\right) + d$$

Negativ: Kondensator C_3 an r_2 geschaltet

$$\delta = - 1{,}08 \cdot C_3 \cdot \frac{r_2^2}{R} + d$$

Der resultierende Verlustwinkel d des zur Spannungsteilung verwendeten Glimmerkonden-

sators C_2 und des abgeschirmten Kabels C_k berechnet sich zu

$$d = \frac{C_k \cdot d_{Kabel} + C_2 \cdot d_2}{C_k + C_2}$$

(d, δ in Minuten; C in μF; r, R in Ohm)

Die mit dieser Versuchsanordnung erzielte Genauigkeit entspricht der mittels Widerstandsteiler erzielten und für die Praxis durchaus genügenden Messgenauigkeit. Als eminenter Vorteil darf ausser der Erweiterung des Messbereiches bis zu 150 kV die leichte Transportfähigkeit der Apparatur bezeichnet werden, die eine zuverlässige Messung entweder beim Hersteller oder am Betriebsstandort erlaubt. *Mü.*

Miscellanea.

Totenliste des S. E. V.

† Direktor *Eugen Diebold* in Baden. In der Frühe des 8. Juni ist in Baden der im Jahre 1879 in Zürich geborene Ingenieur Eugen Diebold, Direktor der Städtischen Werke Baden, Mitglied des S. E. V., nach kurzer Erkrankung (Blinddarmentzündung) gestorben. Am 10. Juni hat eine grosse Trauerversammlung in der protestantischen Kirche in Baden und nachher im Krematorium in Aarau dem hochgeachteten Manne die letzte Ehre erwiesen. Im Jahre 1928 hatten wir das angenehme Vergnügen, mit Direktor Diebold als damaligem Präsidenten des Organisationskomitees für die Jahresversammlungen in Baden zusammenzuarbeiten und uns der ruhigen, zuverlässigen Art, mit der er alles vorbereitete und an den Versammlungen selbst wirkte, zu freuen. Und nun, kaum ein Jahr nachher, ist uns die schmerzlich überraschende Botschaft von seinem Hinschied zugekommen. Unmittelbar vor Redaktionsschluss der heutigen Nummer des Bulletin stehend, müssen wir uns darauf beschränken, dem tiefen Bedauern des S. E. V. Ausdruck zu geben um den Verlust eines in technischen Kreisen hochangesehenen Mitgliedes und des V. S. E. um den Hingang eines Werkdirektors, der, zuerst als stellvertretender Direktor und nach dem Rücktritt des Hrn. Pfister als Direktor sowohl in technischer als auch in administrativer Hinsicht das Elektrizitätswerk der Stadt Baden, neben dem Gaswerk und der Wasserversorgung, zielbewusst und mit grosser Hingabe an seine Aufgabe förderte. Es gereicht uns zur Beruhigung, zu wissen, dass in der Zeit bis zum Erscheinen der nächsten Nummer des Bulletin sowohl in Tagesblättern als auch in andern Fachblättern die grossen und bleibenden Verdienste des leider zu früh Verstorbenen ausführlicher gewürdigt sein werden, als es uns heute möglich ist. Sowohl der S. E. V. als auch der V. S. E. trauern um den Dahingegangenen, werden ihm stets das beste Andenken bewahren und sprechen den Behörden der Stadt Baden, der Trauerfamilie und dem Schweizerischen Technikerverband, der seinen hochverdienten Zentralpräsidenten verloren hat, ihre herzliche Teilnahme aus. *F. L.*

Eidg. Technische Hochschule. Wir entnehmen der Tagespresse: Der durch den Rücktritt von *Prof. Dr. A. Stodola* freigewordene Lehrstuhl an der E. T. H. in Zürich ist in zwei Professuren aufgeteilt worden. Der Bundesrat wählte zum ordentlichen Professor für technische Wärmelehre, Brennkraftmaschinen-, speziell Dieselmotorenbau, und Kältetechnik Dr. ing. *Gustav Eichelberg* von Zürich, zurzeit Oberingenieur der Firma Gebr. Sulzer A.-G., Winterthur, und zum ordentlichen Professor für Dampfturbinen- und Turbokompressorenbau, einschliesslich Regulatortheorie und Wärmekraftanlagen im allgemeinen, *Henri Quiby* von Genf, zurzeit Oberingenieur der Firma Escher, Wyss & Cie. in Zürich. — Zum ordentlichen Professor für höhere Mathematik in französischer Sprache an der E. T. H. wurde gewählt *Ferdinand Gonseth* von Krattigen, ordentlicher Professor an der Universität Bern.

Die selbsttätige Bedienung von Kraftwerken.

Für die Ausstellung in Barcelona hat die Maschinenfabrik Oerlikon ein kleines, selbsttätiges Kraftwerk gebaut, das Anfang Mai verschiedenen Interessenten in der Fabrik gezeigt wurde. Das Triebwasser für die Peltonturbine wurde durch eine elektrisch angetriebene Zentrifugalpumpe geliefert. Wir verweisen im übrigen mit Bezug auf die elektrische Einrichtung auf den Aufsatz des Herrn H. Puppikofer im vorliegenden Bulletin.

II. Bericht des Ausschusses für die Arbeiten mit dem Kathodenstrahl-Oscillographen. Wir tragen nach, dass uns die Clichés der Fig. 25 und 26 auf Seite 333 in No. 11 des Bulletin von der «Schweiz. Bauzeitung» zur Verfügung gestellt worden sind.

Literatur. — Bibliographie.

Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens. Herausgegeben von Dr. Ing. e. h. *Ernst Feyerabend*, Staatssekretär im Reichspostministerium, Prof. Dr. phil. *Franz Breisig*, Abteilungsdirigent im Reichspostministerium, Dr. rer. pol. *Hugo Heidecker*, Oberpostrat im Reichspostministerium, und *August Kruckow*, Präsident des Reichspostzentralamtes. 1732 S. (Lexikonformat), 2769 Fig. Verlag von Julius Springer, Berlin 1929. Zwei Bände, in Halbleder gebunden, RM. 192.—.

Es handelt sich um ein grossangelegtes Nachschlagewerk, das für den Schwachstromtechniker ungefähr dieselbe Bedeutung hat wie die Lexiken von Brockhaus oder Larousse für den gebildeten Menschen. Die letzten Jahrzehnte sind für die Entwicklung des Fernmeldewesens entscheidend gewesen. Wie gewaltig die Fortschritte sind, ergibt sich aus der einfachen Feststellung, dass wir heute anstandslos mit Amerika sprechen, dass der Telephondienst sich zu einem grossen Teil automatisch abwickelt und dass die Zahl der Radiohörer auf der ganzen Welt mindestens 15 Millionen beträgt. Obschon über die einzelnen Gebiete zahlreiche Werke veröffentlicht worden sind, war es bis jetzt nicht leicht, die Gesamtentwicklung des Fernmeldewesens und die neuesten Fortschritte der Technik und der wissenschaftlichen Forschung zu überblicken.

Heute liegt nun ein Werk vor, das alle den Fernsprechtechniker berührenden Fragen in knapper, aber darum nicht weniger aufschlussreicher Weise beantwortet. Die Behandlung des ausgedehnten Stoffes erforderte natürlich die Mitarbeit zahlreicher Fachmänner und Gelehrter, die zum Teil seit Jahren mitten in der Entwicklung stehen und sie nach Kräften gefördert haben und die daher in der Lage waren, aus dem Vollen zu schöpfen und Erfahrungen und Ergebnisse in den Kreis ihrer Betrachtungen zu ziehen. Die einzelnen Beiträge mussten sorgfältig gesichtet und miteinander in Uebereinstimmung gebracht werden, wenn ein einheitliches Ganzes geschaffen werden sollte.

Da die Herausgeber hohe Stellen im Reichspostministerium bekleiden, standen ihnen zahlreiche Quellen und Hilfsmittel zur Verfügung, die Aussenstehenden kaum zugänglich gewesen wären. Dank ihrer amtlichen Stellung besassen sie auch gute Beziehungen zu ausländischen Telegraphen- und Telephonverwaltungen und -gesellschaften, so dass es ihnen möglich war, auch über nichtdeutsche Verhältnisse zuverlässige Auskünfte zu vermitteln. Gewisse Angaben sind unmittelbar von den beteiligten Verwaltungen oder Gesellschaften geliefert worden. Auch die Mitteilungen über die technischen Betriebsmittel und die Organisation der ausländischen Verwaltungen und Gesellschaften stammen offensichtlich aus bester Quelle. So ist denn ein Werk entstanden, das Anspruch auf Zuverlässigkeit machen kann und das, auch wenn es den Stand der deutschen Technik in erster Linie berücksichtigt, doch nicht ausschliesslich auf deutsche Verhältnisse zugeschnitten ist.

Das Werk umfasst zwei starke Quartbände. Es enthält etwa 6000 alphabetisch geordnete Stichwortbearbeitungen und Hinweise, die durch eine verschwenderische Zahl von Abbildungen ergänzt werden. Wie ausführlich das Werk gehalten ist, ergibt sich aus der blossen Aufzählung der behandelten Teilgebiete: Allgemeine physikalische Grundlagen, theoretische Elektrizitätslehre, Schaltungslehre, Telegraphen-, Fernsprech- und Funktechnik (einschliesslich des Eisenbahnsignalwesens und der Bergwerks- und Schiffstelegraphie), Linien- und Leitungsbau, Betrieb der Fernmeldeanlagen, Telegraphen- und Fernsprechordnungen, Tarifgrundsätze und Tarife, Rechtswesen, Statistik, Organisation des Fernmeldewesens in den Ländern der Erde, zwischenstaatliche Beziehungen, geschichtliche Entwicklungen.

Da den Stichwörtern die englischen und französischen Bezeichnungen beigefügt sind, kann das Wörterbuch auch bei Uebersetzungen zu Rate gezogen werden. Diese Beigabe dürfte dem fremdsprachigen Leser die Benutzung des Werkes erleichtern und umgekehrt auch dem deutschen Leser beim Studium der fremdsprachigen Fachliteratur von Nutzen sein.

Die den wichtigeren Abhandlungen beigegebenen Literaturhinweise werden jedem gute Dienste leisten, der in eine Frage tiefer einzudringen wünscht. Unter dem Stichwort «Schrifttum» sind die bedeutendsten neueren Spezialwerke und Fachzeitschriften aufgeführt.

Wie aus der Aufzählung der Teilgebiete ersichtlich, berichtet das Werk nicht bloss über technische, sondern auch über rechtliche, wirtschaftliche, statistische und geschichtliche Fragen, die mit dem Fernmeldewesen im Zusammenhange stehen. Bei dem starken Ineinandergreifen dieser Gebiete war eine solche Ausdehnung des Stoffes ohne weiteres gegeben. Die Abhandlungen über die Beeinflussung der Fernmeldeleitungen durch Starkstromanlagen und über das Wesen der Korrosion dürften auch für den Starkstromtechniker von Interesse sein. Demnach wendet sich das Werk zwar in erster Linie an Schwachstromtechniker, dann aber auch an Starkstromunternehmungen, Industrielle, Rechts- und Patentanwälte, Politiker, Journalisten usw. Es kann allen diesen Kreisen bestens empfohlen werden.

Man darf den Verfassern ruhig beistimmen, wenn sie in ihrem Vorwort bemerken, sie hätten hier ein gewaltiges Material zusammengetragen, wie es bisher noch nicht veröffentlicht worden sei.

Das Werk ist auf 1. Juli 1928 abgeschlossen, berücksichtigt also auch die neueste Entwicklung. *A. Muri.*

Verstärkermesstechnik. Instrumente u. Methoden. Von *Manfred von Ardenne*. Unter Mitarbeit von Wolfgang Stoff und Fritz Gabriel. Mit

einem Geleitwort von Prof. Dr. M. Pirani. 235 S. mit 246 Fig. Verlag Julius Springer, Berlin, 1929. Preis geb. RM. 24.—.

Die Elektronenröhren-Verstärker bilden heute nicht nur für die elektrische Nachrichtentechnik ein unentbehrliches Hilfsmittel, sondern sie haben sich auch in viele andere Zweige der Wissenschaft und Technik Eingang verschafft. Jeder, der mittels dieser Geräte quantitative Messungen durchführen will, muss sich aber über die Eigenschaften und Fehlerquellen dieser Verstärker klar sein. Während es über die Wirkungsweise der Verstärker schon mehrere gute Bücher gibt, fehlte bisher eine zusammenfassende Darstellung über die Untersuchung der Verstärker. Diese Lücke ist durch das Buch von v. Ardenne nun ausgefüllt. Es ist darin eine Fülle von Literatur zusammengetragen und kritisch gesichtet worden. Es seien nur einige der wichtigsten behandelten Gebiete herausgegriffen: Tonfrequenz- und Hochfrequenzgeneratoren, Geräte zum Regeln schwacher Wechselströme und Wechselspannungen, Thermoelemente und Galvanometer, Elektrometer, Röhrenvoltmeter, Oszillographen; Untersuchungen von Transformatoren, Niederfrequenzverstärkern, Empfängern, Messung der Rückkopplungswirkung, Messung von Empfangsfeldstärken, Dämpfungsdekrementen, Gleichrichtereffekten, Modulationsgraden, kleinen Kapazitäten, Gitterströmen, Untersuchung von Lautsprechern, Fehlerquellen bei Verstärkungsmessungen und ihre Vermeidung. Nicht zu vergessen ist die Literaturzusammenstellung am Ende des Buches. Die Ausstattung des Buches ist trefflich. Es kann jedem Ingenieur und Physiker, der in seinem Arbeitsgebiet mit Verstärkern zu tun hat, aufs wärmste empfohlen werden. Dr. *K. Baumann.*

Eingegangene Werke (Besprechung vorbehalten).

Une méthode graphique pour déterminer les conditions du fonctionnement des lignes de transmission de l'Energie électrique. Par T. Tanasesco, Bucarest. 23 pages, 16 × 23 cm. 24 fig. Publication de l'Institut National Roumain, Bucarest 1928.

Verstärkermesstechnik. Von Manfred Ardenne. 235 S., 16 × 23,5 cm. 246 Fig. Verlag Jul. Springer, Berlin, 1929. Preis RM. 22.50, geb. RM. 24.—.

Schweizer Ingenieur-Kalender 1929. 50. Jahrgang. Redaktion Max Aebi, Zollikon-Zürich. I. Bd., 523 S., 10 × 16 cm. Zahlreiche Fig. II. Bd. (Anhang), 348 S., 10 × 16 cm. Zahlreiche Fig. Zürich. Preis 2 Bde. Fr. 10.—.

Year book 1928 of the American Institute of Electrical Engineers. 598 S. 15 × 23 cm. Published by A. I. E. E. 33 West thirty-ninth Street, New York, N. Y.

Experimentelle Einführung in die angewandte Elektrizitätslehre mit Berücksichtigung der Elektrotechnik. Von Dr. phil. J. Staub, Luzern. Zweite Auflage. 232 S., 15 × 22 cm. 102 Fig. und 16 Tafeln, 1 Karte und 1 Tabelle. Verlag A. Francke A.-G., Bern 1929. Preis geb. Fr. 9.20.

Elektrotechniker-Kalender 1929. Herausgegeben von K. Wernicke, Berlin-Pankow. 33. Jahrgang. 168 S. Text, 11 × 17 cm. 127 Fig. und viele Tabellen. Verlag Friedr. Otto Müller, Altenburg (Thür.). Preis geb. RM. 3.—.

Die Instandsetzungen an elektrischen Maschinen und Transformatoren, insbesondere die Herstellung von Ankerwicklungen und Transformatorenwicklungen. Von Fritz Raskop. 342 S., 13 × 20 cm. 165 Fig., 3 Tafeln. Verlag von Hermann Heusser, Berlin, 1929. Preis geb. RM. 9.80.

Von der Kohle zur Elektrizität. Von Erich Junck. 58 S., 15 × 21 cm. 28 Fig., 1 Tafel. Verlag von Paul Räth, Leipzig 1928.

Die elektrische Taschenlampe und tragbaren elektrischen Handlampen. Von R. Ziegenberg. 154 S., 13 × 20 cm. 84 Fig. Verlag von Hermann Heusser, Berlin, 1929. Preis geb. RM. 12.—.

Stromdiebstähle in Gleich- und Wechselstromanlagen. Von Friedr. Kuchenmeister, Ludwigshafen. 90 S., 15 × 20 cm. 46 Fig. Verlag Friedr. Otto Müller, Altenburg (Thür.). Preis brosch. RM. 3.60; geb. RM. 4.60.

Elektrostahlverfahren. Nach F. T. Sisco umgearbeitet und erweitert von St. Kriz. 291 S., 14 × 21 cm. 123 Fig. Verlag Jul. Springer, Berlin, 1929. Preis geb. RM. 22.50.

A. M. Ampère. 96 pages, 18 × 27 cm. Nombreuses figures et facsimilés. Société Française des Electriciens, 8 à 14, av. Pierre-Larousse, Paris.

Le regulateur automatique pour machines électriques pendant l'opération de réglage. Par Ernest Juillard. 173 pages, 15 × 24 cm. 67 fig. Librairie Payot & Cie, Lausanne. Prix fr. 6.—.

Précipitations atmosphériques, Ecoulement et Hydroélectricité. Par Jean Lugeon. 368 pages, 15 × 24 cm. 37 fig., 68 tableaux. Editions de la Baconnière Neuchâtel. Prix fr. 15.

Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens. Herausgegeben von Ernst Feyerabend, Franz Breisig, Hugo Heidecker, August Kruckow. 2 Bände. 830 + 902 S., 20 × 27 cm. 1319 + 1450 Fig. Verlag Jul. Springer, Berlin, 1929. Preis geb. RM. 192.—.

Die Elektrifizierung der Tschechoslowakei 1918 bis 1928. Herausgegeben von der Tschechischen Elektrotechnischen Vereinigung. In tschechischer und deutscher Sprache, mit einer französischen und englischen Zusammenfassung. 177 S., A 4. 56 Fig., 2 Karton. Zu beziehen bei der Union Electrotechnique Tchécoslovaque, Prag II, Lützowova Ul. 3. Preis brosch. 100.— Ko.

Handlexikon der Elektrizität und der Elektrotechnik. Bearbeitet von Georg Heber. 532 S., 13 × 19 cm. Franckhsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1929. Preis geb. RM. 10.

Normalien und Qualitätszeichen des S. E. V.

Qualitätszeichen des S. E. V.

- — - - - - - - - —

Isolierte Leiter.

Gemäss den «Normalien zur Prüfung und Bewertung von isolierten Leitern für Hausinstallationen» und auf Grund der mit Erfolg bestandenen Annahmeprüfung erteilen die Technischen Prüfanstalten des S. E. V. folgender Firma das Recht zur Führung des S. E. V.-Qualitätszeichens für alle normalen Querschnitte der nachverzeichneten Leiterarten.

Das Zeichen besteht in dem gesetzlich geschützten S. E. V.-Qualitätskennfaden, welcher an gleicher Stelle wie der Firmenkennfaden angeordnet ist und auf gelbem Grunde die oben angeführten Morsezeichen in schwarzer Farbe trägt.

Ab 1. Juni 1929.

Levy fils, Basel (Schweizerische Vertretung des Kabelwerkes Duisburg):
Gummiaderschnüre, Mehrleiter-GAS
Verstärkte Apparateschnüre, Mehrleiter-VAS

Vereinsnachrichten.

Die an dieser Stelle erscheinenden Artikel sind, soweit sie nicht anderweitig gezeichnet sind, *offizielle Mitteilungen des Generalsekretariates des S. E. V. und V. S. E.*

Jahresversammlungen 1929 des S. E. V. und V. S. E. in St. Moritz [1]).

In bezug auf die von unsern Gastgebern auf den 8. Juli vorbereiteten Exkursionen sind wir nunmehr in der Lage, das genauere Programm wie folgt mitzuteilen:

a) Fahrt mit der Bernina-Bahn nach dem Puschlav und Tirano (Italien) und zurück.

8.00: Abfahrt vom Bahnhof St. Moritz mit Extrazug.
9.18: Ankunft in Alp Grüm, z'Nüni am Buffet der Bernina-Bahn, offeriert von den Kraftwerken Brusio und dem E. W. St. Moritz.
9.43: *Für die Teilnehmer, welche die neuen Werke «Palü» und «Cavaglia» der Kraftwerke Brusio besichtigen wollen:* Abfahrt nach der Alp Palü, Besichtigung der Zentrale, Marsch nach Cavaglia (ca. 20 Minuten), Besichtigung der Zentrale.
Zusammentreffen mit den übrigen Teilnehmern:
10.51: am Bahnhof Cavaglia und Weiterfahrt nach Tirano.
10.34: *Für die übrigen Teilnehmer:* Abfahrt nach Cavaglia-Tirano.
12.04: Ankunft in Campocologno (Grenzstation).
12.20: Abfahrt nach Tirano.
12.30: Ankunft in Tirano.
13.00: Lunch in den Hotels «Grand Hotel» und «Garibaldi».
15.55: oder 15.10: Rückfahrt mit fahrplanmässigen Zügen.
16.44: oder 16.03: Ankunft in Le Prese, Imbiss im Kurhaus, offeriert von den Kraftwerken Brusio.
17.25: Abfahrt nach St. Moritz mit Extrazug.
19.30: Ankunft in St. Moritz.

Diejenigen Teilnehmer, welche auf der Rückreise die Zentrale Campocologno der Kraftwerke Brusio zu besichtigen wünschen, fahren in Tirano um 15.10 ab, treffen in Campocologno um 15.20 ein und reisen von dort um 16.15 weiter.

Für die Ein- und Ausreise nach und von Italien dient die Festkarte als Ausweis.

b) Automobilausflug nach Soglio im Bergell und zurück.

7.45: Besammlung der Teilnehmer auf dem Postplatz in St. Moritz.
8.00: Abfahrt Richtung Maloja.
8.40: Ankunft in Maloja.
9.00: Abfahrt nach dem Bergell.
9.45: Ankunft in Soglio, kleines Frühstück, offeriert von der Gemeinde St. Moritz, im Hotel Willy (Palazzo Salis).
11.30: Abfahrt nach Maloja.
12.30: Ankunft in Maloja, Lunch im Hotel Maloja-Palace.
16.00: Abfahrt nach St. Moritz.
16.40: Ankunft in St. Moritz.

[1]) In bezug auf das vollständige Programm, das beigegebene Anmeldeformular usw. siehe Bulletin 1929, No. 11.

Beschäftigung ausländischer Arbeitnehmer.

Wir erlauben uns, die Kollektivmitglieder darauf aufmerksam zu machen, dass Arbeitgeber, welche Ausländer beschäftigen wollen, gut tun, die Wegleitung zu beachten, welche das Eidg. Arbeitsamt und die Eidg. Fremdenpolizei herausgegeben haben.

Das Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E. (Seefeldstr. 301, Zürich 8) sendet solche Wegleitungen, die in deutscher, französischer und italienischer Sprache vorliegen, kostenlos an diejenigen Unternehmungen, die darum ersuchen.

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke | REDAKTION Zürich 8, Seefeldstr. 301 | Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité

Verlag und Administration | Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G. Zürich 4, Stauffacherquai 36/38 | Editeur et Administration

XX. Jahrgang
XXe Année | Bulletin No. 13 | Juli I / Juillet I 1929

Die Organisation der Arbeiten der Schweizerischen Korrosionskommission und ihrer Kontrollstelle und einige der bisher erzielten Ergebnisse.

Bericht erstattet im Auftrag der Korrosionskommission von *H. F. Zangger*, Leiter der Kontrollstelle.

621.333.167

Es werden Zwecke und Ziele der schweizerischen Korrosionskommission angegeben, wie auch der von ihr geschaffenen Kontrollstelle. Diese letztere kontrolliert auf einstimmigen Wunsch von Besitzern von Gleichstrombahnen und unterirdischen Leitungen die in Frage kommenden Anlageteile und schlägt diesen Verwaltungen auf Grund der von der Kommission aufgestellten Leitsätze Massnahmen zur Verkleinerung der Erdströme vor. Sie untersucht ferner auf Wunsch dieser Interessenten regelmässig diejenigen Anlageteile, die ihre Eigenschaften leicht derart verändern können, dass die Erdströme vermehrt werden und erstattet den Kontrahenten über ihre Untersuchungen in regelmässigen Intervallen Bericht. Sodann werden einige Angaben über die bisher erzielten Ergebnisse gemacht, wie auch einige zur Verbesserung der Untersuchungsmethoden geeignete Massnahmen besprochen.

In einem Anhang wird die von der Kontrollstelle entwickelte Ausrüstung zur Messung von Schienenstosswiderständen beschrieben.

Le présent article définit la raison d'être et le but de la Commission suisse de corrosion ainsi que de l'Office de contrôle créé par elle. Si l'exploitant d'un chemin de fer électrique à courant continu et les propriétaires de canalisations souterraines voisines sont tous d'accord, l'Office de contrôle examine les parties d'installation en cause et propose aux sociétés et administrations intéressées les mesures convenables pour diminuer les courants vagabonds, en se basant sur les «Règles» élaborées à cet effet par la Commission de corrosion. L'Office de contrôle soumet aussi, si les intéressés y consentent, les parties d'installation dont les propriétés peuvent facilement se modifier et augmenter par conséquent le vagabondage du courant, à un contrôle régulier dont les contractants reçoivent le résultat détaillé dans un rapport périodique. L'article donne ensuite quelques indications sur les résultats acquis à ce jour et mentionne quelques améliorations susceptibles d'être apportées encore aux méthodes actuelles.

Un chapitre-annexe contient la description de l'équipement de mesure développé par l'Office de contrôle et servant à déterminer la résistance des joints de rails.

I. Die Korrosionskommission.

Erdströme von Gleichstrombahnen haben schon lange Schäden an unterirdisch verlegten Leitungen verursacht, die vor 1914 zu Diskussionen zwischen den Verwaltungen, durch deren Anlagen solche Ströme erzeugt werden und den Besitzern unterirdisch verlegter metallischer Leitungen geführt haben. Dies war der erste Anlass, der den *Schweiz. Verein von Gas- und Wasserfachmännern*, den *Verband Schweiz. Transportanstalten* und den *Schweiz. Elektrotechnischen Verein* zur Bildung einer gemeinsamen Kommission bewog, die sich zum Ziele setzte, Mittel und Wege zur möglichsten Verminderung der Schäden durch vagabundierende Gleichströme zu studieren.

Das Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins, das seit Beginn die Arbeiten für die Kommission ausführte, erstattete derselben im Jahre 1917 einen ersten eingehenden Bericht, betitelt „Die Korrosion durch Erdströme elektrischer Bahnen", der im Bulletin des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins (S. E. V.) [1]) veröffentlicht ist. Einen zweiten Bericht, der auf Messungen im Bereiche von 5 verschiedenen Bahnanlagen fusst, erstattete das genannte Sekretariat im Jahre 1920 [2]), in welchem Methoden zur Untersuchung der Korrosionsverhältnisse bei elektrischen Bahnen und die Mittel zur Verbesserung der Verhältnisse behandelt sind.

Auf Grund dieser Vorarbeiten und der erwähnten praktischen Untersuchungen hat die Kommission Leitsätze betreffend Schutzmassnahmen zur Verminderung der Korrosion an Rohren und Kabeln durch Erdströme elektrischer Bahnen aufgestellt [3]), welche die genannten Verbände ihren Mitgliedern zur Einhaltung empfohlen haben. Diese wurden im Jahre 1927 teilweise abgeändert und ergänzt [4]).

Damit waren technische Unterlagen für die messende Verfolgung, die Beurteilung und die Verminderung der Korrosionserscheinungen gegeben, die temporäre Korrosionskommission hatte entsprechend dem damaligen Stande der Erkenntnisse ihre Aufgabe erfüllt und hätte sich auflösen können. Sie erachtete es aber als ihre Pflicht, sich ihren Mandataren noch weiterhin zur Verfügung zu stellen und die genannten Leitsätze dem jeweiligen Stande der Technik anpassen zu können. Ferner sollte eine Kontrollstelle geschaffen werden, die den Mitgliedern der Verbände für Messungen und zur Beratung zur Verfügung gestellt würde. Alle drei Verbände stimmten diesem Vorschlage zu und gingen zu diesem Zwecke eine Vereinbarung ein, die die Arbeitsweise der Kommission und der Kontrollstelle regelte [5]). Ferner wurde das Generalsekretariat des S. E. V. als Kontrollstelle bezeichnet.

Da auch die Obertelegraphendirektion in Bern in verschiedenen Städten schon seit Jahren ausgedehnte unterirdische Bleikabelnetze besitzt und im Begriffe stand, ein umfangreiches interurbanes Kabelnetz zu erstellen, wünschte sie sich an den Arbeiten der Kommission zu beteiligen. Diese Mitarbeit war den bisherigen Interessenten erwünscht und so wurde die Obertelegraphendirektion als viertes gleichberechtigtes und gleich verpflichtetes Glied in die Korrosionskommission aufgenommen. Ueber die Arbeiten der Kommission seit 1924 orientieren generell deren jährliche Geschäftsberichte [6]).

II. Die Kontrollstelle.

Aufgabe der Kontrollstelle ist, einerseits den Verwaltungen, deren Betriebe im Boden vagabundierende Gleichströme erzeugen, anzugeben, durch welche Mittel diese Ströme derart vermindert werden können, dass die Bestimmungen der erwähnten und von allen Beteiligten als erste Richtlinie anerkannten Leitsätze eingehalten werden können und anderseits den Besitzern unterirdisch verlegter Leitungen anzugeben, durch welche weiteren Mittel an ihren Anlagen, die auch nach den erstgenannten Massnahmen noch fliessenden Ströme weiter vermindert werden können. Da aber mit der Angabe der zweckmässigsten Mittel zur Verbesserung der Zustände nur halbe Arbeit geleistet wäre, ist die Kontrollstelle auf einstimmigen Wunsch sämtlicher beteiligter Verwaltungen im Gebiete einer oder mehrerer zusam-

---

[1]) Bulletin S. E. V. 1918, No. 7 und 8, Separatabzüge dieser Arbeit sind beim Generalsekretariat des S. E. V., Zürich 8, Seefeldstrasse 301, erhältlich.

[2]) Bulletin S. E. V. 1920, No. 10 und 11, Separatabzüge sind beim Generalsekretariat S. E. V. erhältlich.

[3]) Siehe Bulletin S. E. V. 1922, No. 11.

[4]) Siehe Bulletin S. E. V. 1928, No. 10, S. 344; Separatabzüge dieser Leitsätze mit einem Anhang, in welchen die von der Kontrollstelle angewandte Berechnungsmethode angegeben ist, sind beim Generalsekretariat des S. E. V. erhältlich.

[5]) Siehe Bull. S.E.V. 1922, No. 12, S. 572 u. ff.

[6]) Siehe Bull. S. E. V. 1925, No. 5, S. 254; 1926, No. 6, S. 269; 1927, No. 5, S. 297; 1928, No. 10, S. 344; 1929, No. 11, S. 405.

menhängender Bahnen bereit, jährliche Messungen durchzuführen, deren Ergebnisse sämtlichen Beteiligten zugestellt werden und damit die erzielten Fortschritte bekannt zu geben. Hiezu ist bisher in folgender Weise vorgegangen worden:

Wenn an einem Orte das Bedürfnis nach Erdstromuntersuchungen sich geltend macht, so sucht die Kontrollstelle das Einverständnis sämtlicher, an diesem Orte interessierter Verwaltungen zur Durchführung der Messungen zu erhalten.

Als Erzeuger von schädlichen Gleichströmen in der Erde kommen in Betracht:

die *elektrische Bahn,* sofern sie mit Gleichstrom betrieben wird und die Schienen als Stromleiter benützt;

das *Elektrizitätswerk,* sofern es ein Gleichstromverteilnetz mit im Erdboden liegendem blanken Nulleiter besitzt.

Als Besitzer von unterirdischen Leitungen, die durch Bahnerdströme leiden können, kommen in Betracht:

das *Wasserwerk,*
das *Gaswerk,*
die *Obertelegraphendirektion,*
das *Elektrizitätswerk,* für seine im Boden liegenden Bleikabelleitungen,
die *elektrische Bahn,* für ihre im Boden liegenden Speise- und Rückleitungskabel und für ihre Schienen.

Diese Verwaltungen zusammen nennen wir im folgenden die interessierten Verwaltungen. Es verdient besonders hervorgehoben zu werden, dass die Erzeuger von Erdströmen auch selbst unter deren Folgen direkt leiden können. Dieser Umstand erleichtert oft Bahnverwaltungen den Entschluss, sich an gemeinsamen Untersuchungen zu beteiligen.

Ist allseitiges Einverständnis betreffend Durchführung der Messungen vorhanden, so wird zunächst eine allgemeine Untersuchung der Korrosionsverhältnisse vorgenommen, aus der sich ergibt, in welchem Zustande sich die verschiedenen Anlagen mit Bezug auf die Einhaltung der Bestimmungen der Leitsätze befinden. Hierauf werden die am meisten geeigneten Mittel zur Verbesserung der Verhältnisse vorgeschlagen, in komplizierten Netzen werden eventuell mehrere Varianten durchgerechnet. Ein eingehender Bericht über die Messungen, wie auch die Vorschläge werden sämtlichen interessierten Verwaltungen zugestellt.

Damit sind die Beteiligten über den Umfang des Uebels und die zweckmässigste Remedur orientiert. Es zeigt sich aber, dass die Krankheit, mit der die Korrosionserscheinungen verglichen werden können, langsamer, schleichender Natur ist. Sie braucht in der Regel Jahre, um sich gehörig zu entwickeln; es sind aber auch jahrelange, systematische Anstrengungen nötig, um alle die vielen oft geringfügig erscheinenden Ursachen zu beheben. Ist man soweit gelangt, dass der Patient als relativ gesund erklärt werden kann, so bedarf er noch dauernder sorgfältiger Pflege, indem man die verschiedenen Anlageteile dauernd überwacht und instandhält.

Entsprechend diesen zwei Stadien hat die Kontrollstelle ihre weitere Arbeit wie folgt organisiert:

Auf Wunsch der interessierten Verwaltungen schliessen diese mit der Kontrollstelle einen mehrjährigen Vertrag ab (der in der Regel auf fünf Jahre lautet), während welcher Zeit letztere diejenigen Anlageteile jährlich einmal untersucht, deren Aenderung eine Vergrösserung der Erdströme zur Folge haben kann. Es sind dies vor allem die Widerstände der Schienenstösse und die Verteilung der Ströme in den Schienen und den Leitungen, die diese mit einem Pol der Sammelschiene verbinden. Die Interessenten erhalten über diese Untersuchungen je einen Bericht zugestellt, aus welchem der Widerstand und die Lage der Stösse, wie auch die Ströme in den Schienenkabelleitungen und die Ohmwerte eventueller zusätzlicher Widerstände, die in die Schienenkabelleitungen zwecks besserer Verteilung der Ströme in denselben eingebaut werden, ersichtlich sind. Diese Messungen genügen, nachdem eine allgemeine Untersuchung vorgenommen wurde, um fest-

zustellen, inwieweit die von den Bahnverwaltungen getroffenen Massnahmen die Korrosionsgefahr vermindert haben. Soweit möglich werden solche Untersuchungen durch Messung der in Rohrleitungen und Kabelmänteln fliessenden Bahnströme ergänzt. Diese letzteren Messungen sind dann besonders wertvoll, wenn sie jährlich an denselben Messtellen wiederholt werden können, wozu diese Leitungen entweder direkt, oder besser durch besondere, festverlegte Messleitungen jederzeit zugänglich zu machen sind.

Gemäss den in den Leitsätzen niedergelegten Anschauungen werden jährlich die Widerstände aller Stösse in Weichen und Kreuzungen gemessen[7]), die mechanisch den grössten Beanspruchungen ausgesetzt sind und denen auch durch ihre Häufung besondere Bedeutung zukommt, wie auch die Widerstände derjenigen Stösse im Geleise, in denen durch den Betriebsstrom ein grösserer mittlerer Spannungsabfall als 0,5 Millivolt pro Meter erzeugt wird. Die Widerstände von Schienenstössen, die nach dem Thermitverfahren geschweisst sind, werden, da sie immer sehr klein sind, nicht gemessen, sondern nur auf das Vorhandensein von Rissen kontrolliert. Wir nennen diese Messungen „teilweise Stosswiderstands-Messungen". Einmal innert der fünfjährigen Vertragsperiode werden die Widerstände sämtlicher Schienenstösse mit Ausnahme der geschweissten Stösse, die wie oben angegeben kontrolliert werden, gemessen. Wir nennen diese letztern Messungen „vollständige Schienenstosswiderstands-Messungen". Ferner wird seit zwei Jahren der Widerstand zwischen parallelen Schienensträngen vor und nach jeder Weiche und in der Mitte jeder Teilstrecke gemessen. Wir nennen diese Messungen „Querwiderstandsmessungen".

Die Kontrollstelle hat bisher allgemeine Untersuchungen im Gebiete der nachstehend aufgeführten Bahnen durchgeführt:

		Geleiselänge in km[1])	Betriebsspannung Volt	Durchführung der ersten Untersuchung
1	Städt. Strassenbahn, Zürich	95,3	600	1919
2	Tramways Lausannois, Lausanne	77,9	675	1919
3	Tramways de Neuchâtel	31,4	600	1920
4	Städt. Strassenbahnen, Bern	34,4	600	1920
5	Strassenbahnen des Kt. Baselstadt, Basel	85,2	600	1920
6	Limmattalstrassenbahn	12,0	600	1920
7	Chur-Arosa-Bahn, Chur	27,1	2000	1921
8	Frauenfeld-Wil-Bahn	19,0	1200	1922
9	Trambahn St. Gallen	23,6	600	1923
10	Strassenbahn St. Gallen-Speicher-Trogen	10,4	850	1923
11	Städt. Strassenbahn Biel	12,0	600	1924
12	Uetlibergbahn	8,9	1200	1925
13	Strassenbahn Basel-Aesch	9,7	600	1920
14	Strassenbahn Basel-Pratteln	9,9	600	1925
15	Tramway Vevey-Montreux-Villeneuve, Territet	14,4	600	1926
16	Schaffhauser Strassenbahn	14,0	600	1926
17	Tramvie elettriche comunale di Lugano	7,8	1000	1927
18	Tramways de Fribourg	8,2	600	1927
19	Wynentalbahn, Aarau	23,7	650	1928
20	Aarau-Schöftland-Bahn, Aarau	11,7	650	1928
21	Chemin de fer Aigle-Leysin, Aigle	8,3	650	1928
22	„ „ „ Aigle-Sépey-Diablerets, Aigle	23,5	1350	1928
23	„ „ „ Aigle-Ollon-Monthey	11,5	750	1928
24	„ „ „ Bex-Gryon-Villars, Bex	14,8	650	1928
25	„ „ „ Monthey-Champéry-Morgins, Monthey	12,7	800	1928
26	Tramvie elettriche Locarnese, Locarno	3,6	1200	1928
	Totale Geleiselänge	611,0 km		

[1]) Ohne Depot- und Stationsgeleise.

[7]) Ueber die Messmethode und Messausrüstung siehe Anhang.

Die Untersuchungen in Zürich, Bern und Basel wurden infolge wesentlicher Aenderungen im baulichen Zustand und im Betriebe je einmal, diejenigen in Lausanne zweimal wiederholt.

Seit 1924 wurden fünfjährige Verträge betreffend die regelmässige Untersuchung der Anlagen im Gebiete folgender Bahnen abgeschlossen:

		Geleiselänge in km[1])	Jährlich kontrolliert seit
1	Basler Strassenbahnen, Basel	85,2	1924
2	Städt. Strassenbahn, Zürich	95,3	1924
3	Städt. Strassenbahn, Bern	34,4	1924
4	Trambahn St. Gallen	23,6	1924
5	Städt. Strassenbahn, Biel	12,0	1925
6	Tramways Lausannois, Lausanne	77,9	1926
7	Tramvie Comunale di Lugano	7,8	1928
8	Tramways de Fribourg	8,2	1928
9	Chur-Arosabahn, Chur	27,1	1925
10	Uetlibergbahn, Zürich	8,9	1926
11	Strassenbahn Basel-Aesch, Basel	9,7	1925
12	Strassenbahn Basel-Pratteln, Basel	9,9	1926
13	Strassenbahn St. Gallen-Speicher-Trogen	10,4	1926
14	Tramway Vevey-Montreux-Villeneuve, Territet	14,4	1927
	Total Geleiselänge	424,8 km	

1) Ohne Depot- und Stationensgeleise.

Seit 1924 wurden u. a. insgesamt die Widerstände von 108 873 Schienenstössen und der Widerstand zwischen parallelen Schienensträngen an 4736 Orten gemessen, ferner wurden 30 273 Stösse, die nach dem Thermitverfahren geschweisst sind, auf das Vorhandensein von Rissen untersucht und die Ergebnisse jeder einzelnen Messung bezw. Beobachtung den beteiligten Verwaltungen zur Kenntnis gebracht.

Es mag interessant sein festzustellen, dass bei den teilweisen Messungen ca. $^2/_3$ der Messungen auf Stösse in Weichen oder Kreuzungen, ca. $^1/_8$ auf gewöhnliche Stösse im Geleise und $^1/_5$ auf Thermitstösse in diesem entfallen; bei den vollständigen Messungen betragen die entsprechenden Zahlen ca. $^1/_4$, $^2/_5$ bezw. $^1/_3$. Hieraus geht hervor, dass ein Grossteil der Messungen Schienenstösse in Weichen und Kreuzungen betrifft, was angesichts der bereits erwähnten grösseren mechanischen Beanspruchung und örtlichen Häufung dieser Stösse durchaus berechtigt ist.

Unsern Bemühungen, dem Verständnis und den systematischen Verbesserungsarbeiten der Bahnverwaltungen ist es zu verdanken, dass 4 Bahnen mit einer Geleiselänge von 139,2 km nun jede einzelne weniger als 10 % Schienenstösse, die jährlich kontrolliert werden, aufweisen, die grössere Widerstände als 3 m-Schiene aufweisen. Bei diesen Bahnen hatten zu Beginn unserer regelmässigen Untersuchungen 27,9 % der Schienenstösse die jährlich kontrolliert werden, grössere Widerstände als diejenigen von 3 m-Schienen; heute weisen dieselben nur noch 3,9 % so cher Stösse auf.

Ausserdem steht zu erwarten, dass bei 3 weiteren Bahnverwaltungen mit 196,8 km Geleiselänge dieser Zustand in nächster Zeit ebenfalls erreicht wird (die entsprechenden Zahlen betrugen bei Beginn unserer Untersuchungen 36,9 %, heute 19,8 %), so dass dann ca. 79 % der total von uns untersuchten Geleiselänge sich in gutem Zustande befinden wird, ein recht befriedigendes Ergebnis, wenn berücksichtigt wird, dass ca. 32 % der in Frage stehenden Geleiselänge erst seit 3 Jahren regelmässig untersucht wird.

Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass es bei gutem Willen der Bahnverwaltungen und konsequenter Arbeit möglich ist, den erwähnten Zustand im allgemeinen ohne allzugrosse finanzielle Aufwendungen in 5 Jahren zu erreichen.

Wenn mit der Erreichung dieses Zustandes zugleich eine Verteilung der Ströme in den Schienen erreicht wird, die den Bestimmungen der Leitsätze entspricht, so kann erwartet werden, dass die Korrosionsschäden sich auf ein erträgliches Minimum reduzieren. Wenigstens scheint aus den bisherigen Erfahrungen kein gegenteiliger Schluss gezogen werden zu können. Der Patient kann also wenn auch nicht als ganz geheilt, so doch als wesentlich gebessert bezeichnet werden und bedarf nur noch weiterer sorgfältiger Pflege. Diese Pflege suchen wir ihm wie folgt zukommen zu lassen:

Wir schlagen den interessierten Verwaltungen vor, Stosswiderstandsmessungen nur alle zwei Jahre vornehmen zu lassen und zwar zweimal teilweise, einmal eine vollständige Stosswiderstandsmessung, zu welchem Zwecke neue sechsjährige Verträge abgeschlossen werden. Nach Ablauf derselben werden wir uns an Hand der gemachten Erfahrungen und systematischer Untersuchungen an befahrenen Schienenstössen verschiedener Art schlüssig zu werden suchen, ob und ev. wie dieser Modus abzuändern sein wird. Durch solche langjährige, konsequent durchgeführte Untersuchungen hoffen wir, die dem Patienten zuträglichste Therapie ermitteln zu können. Wir zweifeln nicht daran, dass es möglich sein wird, mit Unterstützung von Seiten der Bahnverwaltungen, auf die wir angewiesen sind, mit der Zeit die Messungen noch weiter einschränken zu können.

Ungleich schwieriger als die Darstellung der erzielten Ergebnisse mit Bezug auf die Verbesserung der Schienenleitfähigkeit ist die allgemeine Darstellung der Verbesserung der Verteilung der Ströme in den Schienen, weil es sich hier um die Behandlung von Problemen handelt, die in jedem Fall individuell untersucht und für die auch individuell verschiedene Lösungen gesucht werden müssen, denen wohl die gleichen allgemeinen Gesichtspunkte, die in den Leitsätzen niedergelegt sind, zugrunde liegen, die sich aber statistisch nicht erfassen lassen.

Der in den Leitsätzen der Verteilung der Ströme in den Schienen zugrundegelegte Grundsatz ist folgender: Die Stromdichte in den Schienen darf bestimmte, je nach der Schienenart und ihrer Verlegung verschiedene Werte nicht überschreiten. Ausserdem müssen die Ströme bei Bahnen in Städten so geführt werden, dass nirgends eine bestimmte Spannungsdifferenz zwischen den Schienen im Korrosionsgebiet und der neutralen Zone überschritten wird. Bei der Berechnung wird dabei angenommen, dass sämtlicher Bahnstrom ausschliesslich in den Schienen fliesst. Die beiden genannten Bedingungen können bei gegebenem Schienenprofil dadurch eingehalten werden, dass entweder für eine genügende Anzahl Anschlusspunkte von Leitungen an die Schienen und zugleich dafür gesorgt wird, dass diese Leitungen die gewollten Ströme führen, oder durch Anwendung des Dreileitersystems, wobei in den Schienen, je nach dem angewendeten System, nur die Ausgleichströme zwischen zwei parallelen Geleisen oder zwischen benachbarten Speisebezirken verschiedener Polarität der Oberleitungen fliessen. Wird das in der Schweiz gegenwärtig ausschliesslich benützte Zweileitersystem in Betracht gezogen, so kann für genügend Anschlusspunkte von Leitungen an Schienen entweder durch Wahl vieler Umformerstationen mit wenigen und verhältnismässig kurzen Schienenkabeln oder weniger solcher Stationen mit vielen und dann auch langen Kabeln gesorgt werden. Welche Lösung die zweckmässigste ist, muss von Fall zu Fall besonders untersucht werden. Seitdem es möglich ist, solche Umformerstationen ohne oder mit sehr wenig Bedienung zu betreiben, nähert sich die zweckmässigste Lösung mehr dem Fall mehrerer Umformerstationen mit wenigen und kürzeren Schienenkabelleitungen. In beiden Fällen kann für richtige Verteilung der Ströme auf die verschiedenen Leitungen durch entsprechende Festlegung ihres Widerstandes, ev. unter Zuhilfenahme von zusätzlichen Widerständen, die an geeigneter Stelle in den Zug der Leitung eingeschaltet werden, oder durch Benützung von Zusatzmaschinen (solche kommen jedoch bei den Verhältnissen, wie sie in der Schweiz vorhanden sind, wirtschaftlich nicht in Frage) gesorgt werden.

Wie bereits bemerkt, werden die unserer Ansicht nach zweckmässigsten Verbesserungsvorschläge betreffend die Führung der Ströme in den Schienen, den Interessenten auf Grund der allgemeinen Untersuchung bekannt gegeben. In einfachen Fällen bei nicht zu dichtem Verkehr einer kleineren Bahn oder bei höherer Fahrspannung genügt eine einzige Schienenleitung zur Führung des gesamten Stromes. Da eine solche immer vorhanden ist, so beschränkt sich der Verbesserungsvorschlag in diesem Falle auf das Verlangen einer gegen Erde isolierten Leitung. Solche einfache Fälle sind bei kleineren Ueberlandbahnen häufig anzutreffen, bei entsprechend hoher Spannung (z. B. 2000 V) genügt oft eine einzige Schienenleitung trotz Verwendung ziemlich leichter Vignolschienen bei günstiger Lage des Anschlusspunktes auch noch für die Speisung von Bahnen, die 1 500 000 und mehr kWh pro Jahr benötigen. Bei der für städtische Strassenbahnen üblichen Spannung von 600 V und unter Annahme von Rillenschienen werden auch bei güntigster Wahl des Anschlusspunktes des Schienenkabels kaum Bahnen mit einem jährlichen Energieverbrauch von mehr als ca. 1 000 000 kWh mit einer an die Schienen angeschlossenen Leitung bedient werden können.

Bahnen mit grösserem Energieverbrauch oder nicht günstigster Lage der Umformerstation werden immer mehrere Schienenkabel benötigen ev. auch mehrere Umformerstationen.

In grösseren Netzen benötigt die Ausarbeitung verschiedener möglicher Lösungsvorschläge und die Auswahl der oder einiger zweckmässigsten Lösungen unter Berücksichtigung der Anforderungen des Betriebes, der Wirtschaftlichkeit und der Zukunftsentwicklung umfangreiche Studien in enger Zusammenarbeit mit der betreffenden Bahnverwaltung und ev. dem Elektrizitätswerk. Es handelt sich dabei auch um Errichtung neuer Umformerstationen mit den zugehörigen Leitungsverlegungen, d. h. um verhältnismässig teure und zeitraubende Arbeiten. Es wäre aber falsch, die gesamten Aufwendungen als durch die Verminderung der Korrosionsgefährdung allein bedingt zu betrachten. Diese Arbeiten erweisen sich meistens schon als notwendig, um günstige Speiseverhältnisse zu erzielen, sie bringen also der Bahn zugleich wesentliche andere Vorteile. Auf Grund der bisher gemachten Erfahrungen können wir feststellen, dass fast alle der umfangreicheren und daher teureren vorgeschlagenen Arbeiten für die Bahn schon aus anderen Gründen als die der Korrosionsverminderung nötig waren.

Von den untersuchten 26 Bahnnetzen konnten die Hälfte mit einem Schienenkabel auskommen. Bei den verbleibenden 13 Netzen genügte bei weiteren 7 Bahnen eine Umformerstation mit mehreren Schienenkabeln. Die restlichen 6 Bahnen müssten zweckmässigerweise in 4 Fällen 2 Umformerstationen und in je einem Fall 4 bezw. 6 Umformerstationen besitzen. Die Anzahl Anschlußstellen von Leitungen an Schienen variiert von 1 bis 22. Wo mehr als ein Kabel pro Umformerstation angeschlossen ist, müssen in der Regel alle von einer Umformerstation ausgehenden Kabel, mit Ausnahme von 1 bis 2 Kabeln, in ihrem Widerstande durch zusätzliche Widerstände korrigiert werden. Diese müssen reichlich genug dimensioniert werden, um ohne übermässige Erwärmung den höchsten zu erwartenden Strom aufnehmen zu können. Diese Widerstände verursachen direkt zusätzliche Energieverluste und indirekt solche dadurch, dass mehr Strom gezwungen wird, die längeren Kabel zu benützen als wenn diese Widerstände nicht vorhanden wären. Sie haben andererseits eine Verringerung der Energieverluste in den Schienen, die sie so bald als möglich vom Strom zu entlasten trachten, zur Folge, doch fällt diese Verringerung in der Regel kleiner aus als die erwähnte Erhöhung der Energieverluste, so dass mit einem gewissen, grösseren resultierenden Energieverlust zu rechnen ist, der aber wirtschaftlich nicht wesentlich ins Gewicht fällt.

Von den 13 Bahnen, denen wir nennenswerte Umänderungen vorgeschlagen haben, sind diese bisher von 8 Bahnverwaltungen vollständig, von 3 solchen teilweise und von 2 noch nicht verwirklicht worden. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass die 2 letztgenannten Verwaltungen unsern Bericht erst vor kurzer Zeit erhalten

haben. Bei den Verwaltungen, die die Verbesserungsvorschläge erst teilweise durchgeführt haben, handelt es sich in 2 Fällen um bedeutende Arbeiten, um Erstellung neuer Umformerstationen und im Zusammenhang damit um bedeutendere Kabelverlegungsarbeiten, in dem 3. Fall um Aufgabe einer bestehenden Umformerstation und Erstellung einer neuen an anderer Stelle, was ebenfalls mit erheblichen Kabelverlegungsarbeiten verbunden ist.

Eingangs dieses Berichtes haben wir erwähnt, dass neben den Bahnen auch Elektrizitätswerke, die eine Gleichstromverteilung mit blankem, in der Erde verlegtem Nulleiter besitzen, prinzipiell die gleichen Korrosionsstörungen wie Gleichstrombahnen verursachen können. Wir sind bisher nur in einem Falle in der Lage gewesen, ein solches Netz untersuchen zu können und zwar wohl das grösste der zurzeit in der Schweiz bestehenden und haben dort festgestellt, dass die Spannungsdifferenzen zwischen blankem Nulleiter und Rohren wesentlich kleiner waren als die entsprechenden Spannungsdifferenzen zwischen Strassenbahnschienen und Rohren. Nirgends wurden über 12 Minuten grössere mittlere Spannungsdifferenzen als 0,24 V gemessen, Werte, bei denen eine nennenswerte Gefährdung von unterirdisch verlegten Leitungen kaum zu befürchten ist. Es sind nur wenige Gleichstromnetze mit unisoliertem, im Erdboden verlegtem Nulleiter in der Schweiz vorhanden; die grössten derselben sollen mit der Zeit auf Drehstrom umgebaut werden, so dass in unserem Lande eine irgendwie nennenswerte Gefährdung unterirdisch verlegter Leitungen durch unisoliert verlegte Gleichstrom-Nulleiter nicht vorhanden ist. Immerhin empfehlen wir Elektrizitätswerken, die dieses System beibehalten wollen, den Nulleiter mit der Zeit durch einen isoliert verlegten zu ersetzen.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass es den gemeinsamen Bemühungen aller Interessenten und der Kontrollstelle gelungen ist, die Verhältnisse bei einer grossen Anzahl Schweizer Bahnen inbezug auf Gefährdung unterirdisch verlegter Leitungen sehr wesentlich zu verbessern. Es ist dies ein um so erfreulicheres Ergebnis gemeinsamer, freiwilliger Arbeit, als zu Beginn die Interessengegensätze an manchen Orten kaum überbrückbar erschienen und legt ein beredtes Zeugnis ab für die Einsicht, Tatkraft und Geduld der Betriebsleiter schweizerischer öffentlicher und privater Unternehmungen.

III. Ausblick.

Aus den schweizerischen Leitsätzen und dem denselben beigegebenen Anhang, in dem eine Methode zur angenäherten Berechnung der zeitlich mittleren Spannungsdifferenzen im Schienennetz und der Spannungsdifferenzen zwischen den Schienen und unterirdisch verlegter Leitungen angegeben ist, ist ersichtlich, dass u. a. zur Beurteilung der Gefährdung von solchen Leitungen auf die *zeitlich mittleren* Spannungsdifferenzen zwischen Schienen und unterirdischen Leitungen abgestellt wird. Ausserdem werden diese letzteren Spannungsdifferenzen gemessen und das Ergebnis dieser Messungen mit denjenigen der Berechnungen verglichen. Demgegenüber stellen z. B. die entsprechenden deutschen Vorschriften nur auf die berechneten *maximalen* Spannungsdifferenzen im Schienennetz ab. Die Berechnung dieser Spannungsdifferenzen erfolgt in beiden Fällen auf Grund derselben Annahmen, so dass also nach beiden Methoden für eine bestimmte Bahn dieselben Resultate inbezug auf die Spannungsdifferenzen im Schienennetz erhalten werden. Wir sind der Ansicht, dass die schweizerische Methode vor der deutschen die folgenden drei Vorzüge aufweist:

1. Die Spannungsdifferenzen zwischen Schienen und unterirdischen Leitungen sind der Erdstromdichte in erster Annäherung direkt proportional, die Spannungsdifferenzen im Schienennetz stehen aber zu dieser nicht im selben einfachen Zusammenhang. Dabei ist ohne weiteres zuzugeben, dass die Spannungsdifferenzen zwischen Schienen und unterirdischen Leitungen nicht der einzige Faktor sind, der die Erdstromdichte beeinflusst, was aber ebenso

von den Spannungsdifferenzen im Schienennetz gilt. Wir verweisen diesbezüglich auf unsere nachfolgenden Ausführungen.

2. Die Spannungsdifferenzen zwischen Schienen und unterirdischen Leitungen sind ohne besondere Hilfsmittel, wie Prüfdrähte in den Schienenkabeln und besondere Spannungsmessleitungen nach den Punkten vermutlich höchsten Potentials im Schienennetz, viel leichter und an viel mehr Stellen messbar als die Spannungsdifferenzen im Schienennetz.

3. Der Vergleich der Ergebnisse der Rechnung mit denjenigen der Messung lässt gewisse Rückschlüsse zu auf die Richtigkeit der Rechnungsannahmen, die sehr wertvoll sind. So kann z. B. eine beabsichtigte oder unbeabsichtigte metallische Verbindung zwischen den Schienen und einem unterirdischen Leitungsnetz, wenn sie nicht zufälligerweise in der neutralen Zone liegt, wie auch die ungefähre Lage dieser Verbindung, ohne weiteres daran erkannt werden, dass die gemessene Spannungsdifferenz zwischen Schienen und Leitungsnetz viel kleiner ist als sie nach der Rechnung sein müsste. Ganz allgemein kann gesagt werden, dass wesentliche Abweichungen zwischen den Ergebnissen von Messung und Rechnung erklärt werden müssen. Das Nachforschen nach den Gründen solcher Abweichungen fördert oft ebenso wichtige wie interessante Tatsachen zu Tage, die bei Abstellen auf die blosse Rechnung nicht ohne weiteres gefunden würden.

Der schwerwiegende Einwand, der gegen die schweizerischen Leitsätze, wie auch gegen einige auf ähnlicher Grundlage beruhende ausländische Vorschriften geltend gemacht werden kann, ist wohl der, dass diese zur Beseitigung der Korrosionsgefahr in der Hauptsache nur auf die nachfolgenden drei Gesichtspunkte Rücksicht nehmen:

A. Verbesserung der Leitfähigkeit der Schienen durch Verwendung möglichst grosser Schienenprofile und Begrenzung des Widerstandes der Schienenstösse und damit zusammenhängend Vergrösserung des Widerstandes zwischen Schienen und unterirdisch verlegten Leitungen und des Widerstandes dieser Leitungen selbst, wodurch die Streuströme möglichst verkleinert werden sollen.

B. Begrenzung der Stromdichte in den Schienen, oder mit anderen Worten des Spannungsgefälles längs derselben, womit auch eine Verminderung der Erdströme erzielt werden soll.

C. Begrenzung der Spannungsdifferenz zwischen Schiene und Erde im Korrosionsgebiet, womit zugleich indirekt auch eine solche zwischen Schiene und Erde im Einzugsgebiet erzielt wird und damit der örtlich maximalen, zeitlich mittleren Spannungsdifferenz im Schienennetz. Auch durch diese Massnahme sollen die Erdströme vermindert werden. Diese letztere Begrenzung findet nur bei Bahnen im Stadtgebiet, deren Schienenanschlusskabel sich auch im Stadtgebiet befinden, Anwendung, weil hier infolge der grösseren Dichtigkeit der unterirdisch verlegten Leitungen und des im allgemeinen grösseren Wertes, wie auch der grösseren Bedeutung derselben ein weitgehender Schutz wirtschaftlich gerechtfertigt erscheint.

Demgegenüber ist bekannt[8]), dass in erster Linie die Dichte, mit welcher die in unterirdisch verlegten Leitungen fliessenden Ströme diese verlassen (Austrittsstromdichte) für die Beurteilung der Korrosionsgefahr massgebend ist. Die Leitsätze können daher nur eine Bestimmung aufweisen, die beispielsweise folgendermassen formuliert werden könnte:

„Es ist dafür zu sorgen, dass die mittlere Dichte, mit welcher Gleichströme unterirdisch verlegte Leitungen verlassen, an keiner Stelle bestimmte Werte überschreitet“ (z. B. 0,75 Milliampère pro dm^2 für eiserne Leitungen, wie in den

[8]) Siehe z. B. erster und zweiter Bericht der Korrosionskommission loc. cit.

deutschen Erdstromvorschriften angegeben, bezw. 0,15 mA/dm² für Leitungen mit Bleiumhüllung.

Eine solche oder ähnliche Bestimmung würde gegenüber den Leitsätzen unbedingt den Vorteil der physikalischen Richtigkeit, der Kürze, Klarheit und Einfachheit aufweisen.

Wie steht es aber mit ihrer praktischen Durchführbarkeit? Zur Beantwortung dieser Frage müssen wir folgende zwei Vorfragen beantworten können:

1. Kann die Austrittsstromdichte einwandfrei, an beliebigen Stellen, ohne verhältnismässig grosse Kosten und ohne wesentliche Betriebs- oder Verkehrsstörung gemessen werden?
2. Können an Bahnanlagen oder unterirdischen Leitungen, einzeln oder an beiden, wenn an einer oder mehreren Stellen unzulässig grosse Austrittsstromdichten festgestellt worden sind, ohne wesentliche Betriebsstörungen und ohne unverhältnismässig grosse Kosten Massnahmen zur Verminderung der Austrittsstromdichte auf zulässig erscheinende Werte getroffen werden und wenn ja, welcher Art werden diese Massnahmen sein?

Zur ersten Frage kann unseres Erachtens folgendes gesagt werden:

Die mittlere Austrittsstromdichte wird, soweit uns bekannt ist, nach einer der drei folgenden Methoden zu bestimmen gesucht:

a) Durch gleichzeitige Messung des Stromes an zwei benachbarten Punkten einer unterirdischen Leitung. Die algebraische Summe des Stromes an den zwei Messpunkten tritt in jedem Augenblicke in der zwischen den Messpunkten gelegenen Strecke aus, sofern angenommen werden kann, dass zwischen den Messpunkten keine Ströme ein- oder austreten, was mit genügender Genauigkeit zutrifft, wenn die Distanz zwischen den Messpunkten klein und die betrachtete Leitung homogen ist, d. h. z. B. keine nennenswert in Frage kommende Stosswiderstände aufweist. Als Spezialfall dieser Methode kann die Bestimmung des Stromes in der Nähe eines Endpunktes der Leitung angesehen werden, wobei nur ein Messpunkt notwendig ist.

b) Durch Messung der Austrittsstromdichte nach der von Prof. Haber angegebenen Methode [9]), die im Prinzip darin besteht, dass in der Nähe der Leitung zwei voneinander isolierte Metallplatten, deren Ebenen parallel zueinander und senkrecht auf der durch die Leitungsachse und ihre Mittelpunkte gebildeten Ebene liegen, vergraben und über ein Ampèremeter miteinander verbunden werden, das den in die eine Metallplatte eintretenden Strom anzeigt. Dieser Strom wird in Beziehung zu dem Teil der Rohr- oder Kabeloberfläche gebracht, von der angenommen wird, dass dieser Strom ein- bezw. ausgetreten ist.

c) Durch Messung der Austrittsstromdichte nach der vom Bureau of Standards in Washington angegebenen Methode[10]), die darauf beruht, dass mittelst in ein kleines zylindrisches Loch oder einen Graben eingeführter Elektroden, der Spannungsabfall, den in unterirdische Leitungen ein- oder austretende Erdströme erzeugen, gemessen wird. Die Ströme selbst werden durch Widerstandsmessung des Erdreiches in unmittelbarer Nähe der Messtellen ermittelt und zur Bestimmung der Stromdichte in Beziehung gesetzt zur vermutlichen Austrittsoberfläche derselben an der unterirdischen Leitung.

Diese drei Methoden weisen den gemeinsamen Nachteil auf, dass sie zur Bestimmung der Austrittsstromdichte ein oder zwei grössere oder kleinere Ausgrabungen, bis unmittelbar an die zu untersuchende Leitung notwendig machen. Diese Ausgrabungen sind kostspielig, zeitraubend und verkehrsstörend, so dass sie nicht wie wünschbar, beliebig vermehrt werden können.

---

[9]) Siehe z. B. zweiter Korrosionsbericht loc. cit.

[10]) Siehe Technological paper No. 351, Bureau of Standards.

Die unter *a)* beschriebene Messung weist vor den beiden andern den Vorteil auf, dass das Erdreich auf der Strecke, auf der die Austrittsstromdichte gemessen werden soll, in seinem Gefüge nicht geändert wird, wenn wenigstens die beiden Löcher nicht zu nahe beieinander angelegt werden. Sie hat aber den Nachteil, dass dann die mittlere Austrittsstromdichte für eine verhältnismässig grosse Oberfläche gebildet werden muss, währenddem für die Beurteilung der Gefährdung die örtlich maximale, zeitlich mittlere Austrittsstromdichte massgebend ist. Eine auch nur oberflächliche Untersuchung von Leitungen, die durch Erdströme angegriffen sind, zeigt aber, dass die Anfressungen lokal fast punktförmig auftreten, so dass von einer einwandfreien Methode verlangt werden muss, dass die Austrittsstromdichte auf einen möglichst kleinen Teil der Oberfläche bezogen wird. Ferner ist die Messung des austretenden Stromes in dem Fall, wo zwei Löcher gegraben werden, als Differenz zweier, auch zeitlich meist stark variierender, und fast gleich grosser Ströme, sehr ungenau.

Die unter *b)* und *c)* angegebenen Methoden weisen vor der unter *a)* beschriebenen den Vorteil auf, dass die Austrittsstromdichte auf einen viel kleineren Teil der Leitungsoberfläche bezogen wird, dagegen weisen beide, die Methode *c)* in etwas geringerem Masse, den schwerwiegenden Nachteil auf, dass das Gefüge des Erdreiches gerade an den Messtellen durch die unerlässlichen Eingriffe gestört wird, wodurch die zu messende Stromdichte beeinflusst wird.

Von einer einwandfreien Messung der Ein- oder Austrittsstromdichte von Erdströmen muss verlangt werden, dass sie sich:

a) auf einen möglichst kleinen Teil der Leitungsoberfläche bezieht;

b) ohne Störung des Gefüges des Erdreiches an der Messtelle bewerkstelligen lässt;

c) leicht, verhältnismässig rasch und ohne nennenswerte Betriebs- oder Verkehrsstörung durchführen lässt.

Nur wenn diese Bedingungen wenigstens annähernd erfüllt sind, kann die Frage 1 bejaht werden. Dies ist heute nicht der Fall. Es besteht ein grosses Bedürfnis nach der Lösung dieses Problems. Ob die Lösung möglich ist, z. B. durch Ausnützung der Fernwirkungen der Ströme, erscheint uns fraglich, da diese Fernwirkung im Vergleich zu derjenigen der viel grösseren Ströme in den Schienen und der Fahrleitung ausserordentlich klein sein wird.

Nehmen wir aber zur Beantwortung der Frage 2 vorläufig an, es bestehe eine einwandfreie Methode zur Messung der Ein- und Austrittsstromdichte, und nehmen wir weiter an, in einer Stadt bestehe eine Gleichstrombahn, die die Schienen zur Stromleitung benützt und daneben Gas-, Wasser- und elektrische Leitungen. Durch Anwendung irgend einer Methode zur Messung der Austrittsstromdichte sei ferner festgestellt worden, dass die Erdströme dieser Bahn die erwähnten Leitungen an mehreren Stellen gefährden. Unsere Aufgabe wird es dann sein, durch geeignete Mittel die in den Leitungen fliessenden Ströme soweit zu verringern, bis die Austrittsstromdichte an keiner Stelle die als zulässig erachteten Grenzwerte überschreiten.

Wir würden in einem solchen Falle wohl mit den geringsten Kosten zum Ziele kommen, wenn wir schrittweise verschiedene Massnahmen zur Verminderung der totalen Erdströme treffen, womit auch automatisch die Rohr- und Kabelmantelströme verkleinert würden und damit die Austrittsstromdichte. Solche Massnahmen würden wir zunächst an den Anlagen der Bahn treffen, denn diese liegen näher an der Oberfläche. Wenn diese nicht genügen, oder mit unverhältnismässig grossen Kosten verbunden sind, würden wir auch Massnahmen an den unterirdischen Leitungen vorsehen.

Welches sind solche geeignete Massnahmen?

1. Die Verbesserung der Leitfähigkeit der Schienen.
2. Die möglichste Entlastung der Schienen von Strom und damit die Verkleinerung der Spannungsdifferenzen im Schienennetz und gegen Erde.

3. Die Erhöhung des Uebergangswiderstandes der Schienen gegen Erde.
4. Die Vergrösserung des Widerstandes der äusseren metallischen Umhüllungen unterirdischer Leitungen.

Diese Massnahmen haben wir eingangs dieses Kapitels als wesentlichen Inhalt der Leitsätze angegeben und damit ist der Gedankenkreis geschlossen.

Wir haben mit Absicht die Problemstellung vereinfacht und vielleicht auch etwas drastische Beispiele gewählt. Wir möchten aber nicht, dass der Leser aus unseren Ausführungen den Schluss ziehe, die Leitsätze der schweizerischen Korrosionskommission seien mustergültig und nicht verbesserungsfähig. Wir selbst sind davon überzeugt, dass sie sich verbessern lassen und unser ganzes Vorgehen ist derart organisiert, dass wir Verbesserungen *nach gemachten Erfahrungen* anstreben. Aber wir hoffen doch dargetan zu haben, dass die Grundlage unserer Vorschriften richtig ist.

Unser nächstes Ziel wird sein müssen, eine wenn auch nicht völlig einwandfreie, so doch möglichst gute und praktisch anwendbare Methode zur Messung der Austrittsstromdichte zu finden, oder eine der bestehenden mangelhaften anzuwenden. Nur auf diese Weise werden wir in die Lage versetzt werden, die zahlenmässigen Festlegungen, die in den Leitsätzen enthalten sind, auf ihre Richtigkeit unter verschiedenen Bedingungen nachzuprüfen und gegebenenfalls zu ändern.

• • •

Die Schienenstosswiderstands-Messausrüstung der Kontrollstelle der Korrosionskommission.

1. Definition des Stosswiderstandes und des Querwiderstandes.

Als Schienenstosswiderstand *(Stosswiderstand)* bezeichnen wir den Widerstand von 2 Schienenstücken, zwischen denen ein Stoss liegt, abzüglich des Widerstandes der beiden Schienenstücke.

Wir geben den Stosswiderstand nicht in Ohm, sondern in Meter Schiene (vom Profil der den Stoss bildenden Schienen) an.

Unter dem *Querwiderstand* verstehen wir den Widerstand zwischen 2 gegenüberliegenden Punkten zweier paralleler Schienenstränge.

Der Querwiderstand wird in Milliohm pro Meter (Abstand der Schienenstränge) ausgedrückt.

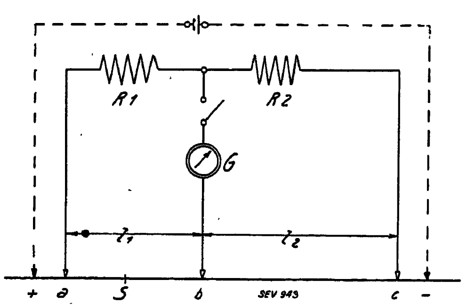


Fig. 1.
Prinzipielles Schaltungsschema zur Messung des Stosswiderstandes nach der Nullmethode.

2. Verschiedene Methoden zur Messung des Stosswiderstandes.

Die Messung eines Stosswiderstandes kann z. B. durch Vergleich desselben mit dem Widerstande eines homogenen Schienenstücks gemäss der in Fig. 1 angegebenen Schaltung erfolgen.

S bedeutet den zu messenden Schienenstoss, R_1 und R_2 zwei Widerstände, G ein Galvanometer, a, b und c drei Kontaktpunkte auf der Schiene. Der Stoss S liegt zwischen den Punkten a und b. Mit l_1 sei die Distanz $a\ b$, mit l_2 die Distanz $b\ c$ bezeichnet.

Bezeichnen wir den oben definierten Stosswiderstand mit l_S, ausgedrückt in Meter Schiene, so ist diese Länge durch die nachfolgende Gleichung bestimmt, sobald der Strom im Galvanometer-Kreis Null wird:

$$l_S = l_2 \cdot \left(\frac{R_1}{R_2} - \frac{l_1}{l_2}\right). \qquad (1)$$

Die Messung von l_s kann auf zwei verschiedene Arten geschehen:

a) Man gibt den Widerständen R_1 und R_2 irgend einen festen Wert und macht $R_1 = R_2$, ebenso hält man den Abstand l_1 konstant (mit Vorteil 0,25 ÷ 0,50 m), dann verschiebt man den Kontakt c solange, bis der Zeiger des Galvanometers Null zeigt. Dabei darf man aber auf keinen Fall den nächsten Stoss überschreiten. Es genügt dann, die Länge l_2 zu messen und man hat die Gleichung:

$$l_s = l_2 - l_1 \tag{1a}$$

b) Es werden die Abstände l_1 und l_2 der 3 Kontakte a, b und c konstant gehalten, wobei man gewöhnlich $l_1 = l_2 = l$ wählt, dafür wird der Widerstand R_2 bei gleichbleibendem R_1 so geändert, bis das Galvanometer Null zeigt. Zwecks Vergrösserung des Messbereiches wird der Widerstand R_1 in mehrere Stufen unterteilt. Der Stosswiderstand ist dann durch folgende Gleichung definiert:

$$l_s = l \cdot \left(\frac{R_1}{R_2} - 1\right). \tag{1b}$$

In beiden Fällen ist darauf zu achten, dass die Widerstände R_1 und R_2 nie so weit verkleinert werden, dass ihnen gegenüber die Widerstände der Zuleitungen und die Uebergangswiderstände der Kontakte auf den Schienen in Betracht fallen. Für die Kontakte a, b, c genügen angepresste Kupferbürsten nicht, selbst wenn an der Kontaktstelle die Schienen blank geschmirgelt sind. Es ist vielmehr notwendig, dass die Schienenoberfläche, in die durch die Tramwagen eine Schmutzschicht eingewalzt ist, durch einen Stahlmeissel angeritzt wird. In der von der Kontrollstelle konstruierten, weiter unten beschriebenen Messausrüstung sind meisselartig wirkende Kontakte mit kreisscheibenförmiger Schneide aus bestem Werkzeugstahl verwendet worden, welche quer zur Fahrrichtung auf die Schienen aufgesetzt und angepresst werden, bei Rillenschienen in die Rille, bei Vignolschienen in doppelter Anzahl links und rechts des Schienenkopfes (Fig. 2). Diese Methode der Kontaktgabe hat sich gut bewährt. Die oben beschriebenen Methoden gestatten die Messung der Stosswiderstände während des Betriebes, indem der in den Schienen fliessende Rückstrom zur Messung benützt wird. Bei Messungen auf Ueberlandbahnen, wo im Tage nur wenige Züge verkehren, die Schienen deshalb längere Zeit ohne Strom sind, ist es notwendig, mit Hilfe einer Batterie einen Hilfsstrom durch die Schienen zu schicken, wobei die Stromkontakte + und − ausserhalb der Spannungskontakte a und c auf die Schienen gesetzt werden (Fig. 1). Schwankungen des Schienenstromes haben auf die Messung keinen Einfluss.

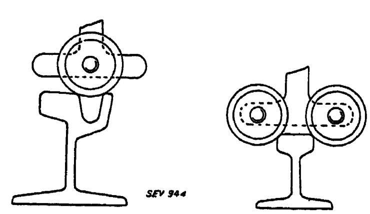


Fig. 2.
Ansetzen der Kontaktmeissel bei Rillen- und Vignolschienen.

Unserer Ansicht nach können Stosswiderstände nicht in zuverlässiger Weise von einem fahrenden Wagen aus gemessen werden, weil mittels Schleifkontakten die kleinen Spannungsdifferenzen, die in Frage stehen, mittels solcher Kontakte nicht genau an das Voltmeter weiter gegeben werden.

3. *Prinzipielle Schaltung der Stosswiderstands-Messausrüstung der Kontrollstelle.*

Als seinerzeit für die Kontrollstelle die Absicht bestand, mit verschiedenen Bahnen Verträge abzuschliessen, wonach jährlich eine grössere Anzahl Schienenstösse gemessen werden mussten, handelte es sich darum, eine Ausrüstung zu entwerfen, welche gestattet, diese Messungen möglichst rationell durchzuführen. Während die oben erwähnte Methode nicht erlaubte, die Abstände l_1 und l_2 der Spannungskontakte beliebig zu verkleinern, ohne an Messgenauigkeit einzubüssen (Minimalabstand: 0,25 m), war für die konstruktive Ausführung der Kontaktstöcke erwünscht, zwecks

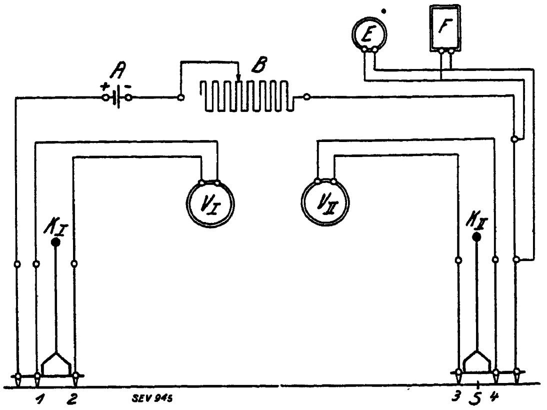


Fig. 3.
Prinzipielles Schaltschema.

Legende zu Fig. 3 und 4.

A	Akkumulator
B	Regulierwiderstand
C_I C_{II}	Messleitungen in Schutzschlauch
E	Ampère-Meter
F	Ampèrestunden-Zähler
K_I K_{II}	Kontaktstöcke
L_I	Doppelpoliger Umschalter für V_I
L_{II}	» » » V_{II}
M_I	Umschalt-Taste für V_I
M_{II}	» » » V_{II}
N	Umschaltstecker für Schienenstoss-Messleitungs-Prüfeinrichtung
V_I	Schienen-Voltmeter
V_{II}	Stoss-Voltmeter

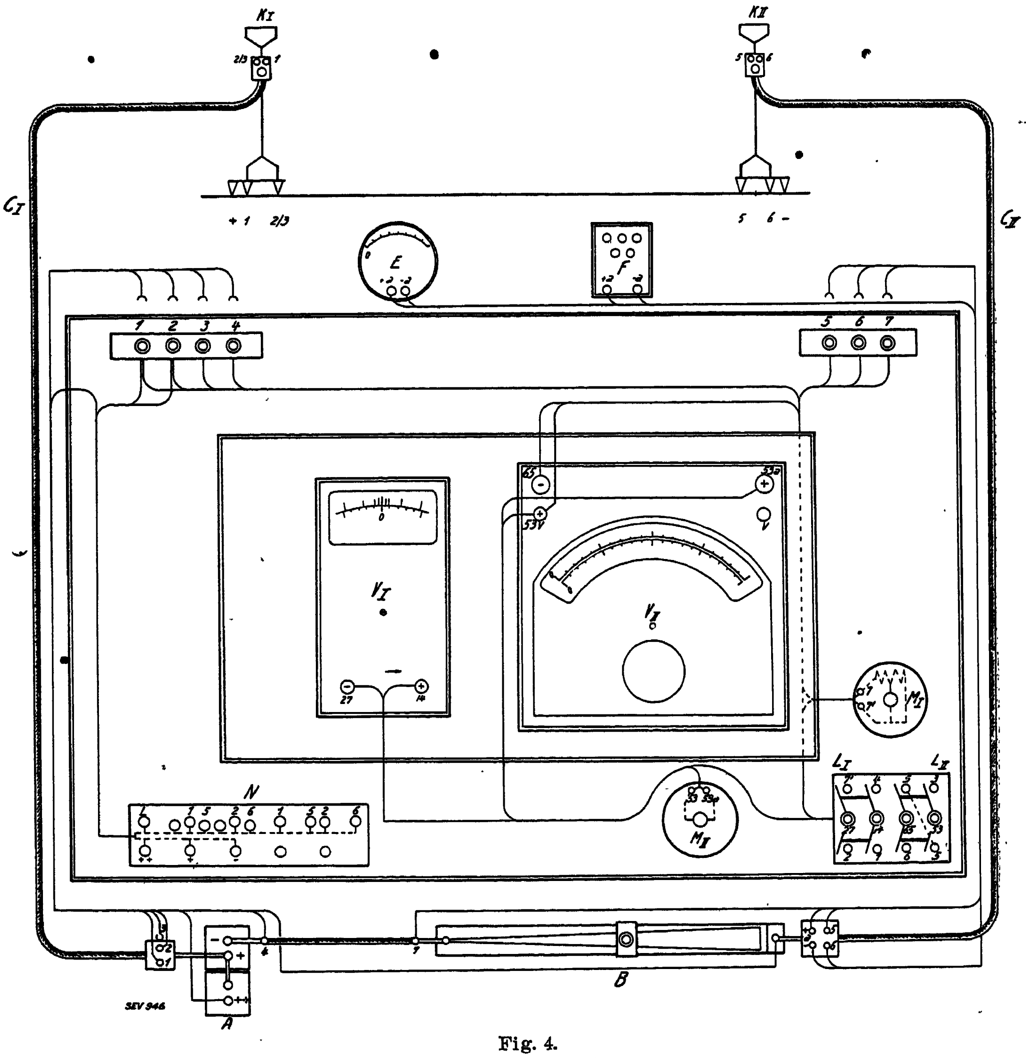


Fig. 4.
Oertliches Schaltschema.

Erreichung eines möglichst geringen Gewichtes, und um eine gute Kontaktgabe auch in Kurven zu sichern, die Abstände l_1 und l_2 auf ca. 0,1 m zu reduzieren.

Aus diesen Gründen verliessen wir das Prinzip der Null-Methode und bauten die Ausrüstung nach der in Fig. 3 angegebenen Schaltung. Aus einer Akkumulatoren-Batterie *A* wird über einen kontinuierlich regulierbaren Widerstand *B* ein Strom in die Schienen geschickt. Als Kontaktgeber dienen 2 Stöcke K_{I} und K_{II}, welche je einen Stromkontakt und 2 Spannungskontakte aufweisen. Der Abstand der beiden Spannungskontakte eines Stockes, l_1 und l_2, beträgt bei beiden Stöcken 0,1 m. Der Kontaktstock K_{II} (Stoss-Stock) steht mit seinen Spannungskontakten über dem Schienenstoss. Der Strom erzeugt in einer der anstossenden Schienen einen Spannungsabfall. Die Mess-Methode besteht darin, die Spannungsabfälle über 0,1 m Schiene *ohne* Stoss und denjenigen über 0,1 m Schiene *mit* Stoss mit den Instrumenten V_{I} (Schienen-Voltmeter) und V_{II} (Stoss-Voltmeter) zu messen und miteinander zu vergleichen. Die Instrumente sind derart geeicht, dass man durch Regulieren des Stromes den Spannungsabfall V_{I} auf einen bestimmten Wert einstellt, um am Instrument V_{II} den Stosswiderstand direkt in Meter Schiene ablesen zu können.

Diese Methode hat den Nachteil, dass die Volt-Ausschläge vom Schienenstrome abhängig sind. Die Messungen können deshalb nicht während der Betriebszeit der Bahn durchgeführt werden, da dann der fortwährend variierende Schienenstrom die Messung erschwert oder direkt verunmöglicht. Nun weist aber die Messung während der Nacht den Vorteil auf, von dem immer mehr überhandnehmenden Strassenverkehr unabhängig zu sein. Man hat dabei gleichzeitig die Möglichkeit, die Instrumente in einem Schienen-Fahrzeug zu installieren, da man zu dieser Zeit auch den Bahnbetrieb nicht hindert. Dies hat aber den Vorteil, dass man auch von den Witterungseinflüssen (Regen und Wind) unabhängig ist, was hauptsächlich den Instrumenten und der Protokollführung zugute kommt.

4. *Beschreibung der Mess-Apparatur* (siehe Fig. 4—7).

a) Stromquelle. Um trotz der geringen Distanz der Spannungskontakte von nur 10 cm genügend grosse Ausschläge zu erhalten, ohne dabei äusserst empfindliche, und deshalb teure Instrumente verwenden zu müssen, war es notwendig, einen ansehnlichen Schienenstrom (50÷100 A) zur Verfügung zu haben. Dieser Wert entspricht in seiner Grössenordnung dem tatsächlich in einem Schienenstrang fliessenden Strom. Zur Verwendung gelangt ein Nickel-Eisen-Akkumulator *(A)* von 300 Ah Kapazität bei einem mittleren Entladestrom von 60 A. Eine einzelne Zelle reicht für 3 ÷ 4 Mess-Nächte aus, und da die Kontrollstelle 6 solcher Zellen besitzt, können Messungen von 3 bis 4 Wochen Dauer durchgeführt werden, ohne dass die Batterien frisch geladen werden müssen. Die Eigenschaft der Edison-Akkumulatoren, selbst bei unsachgemässer Behandlung nicht wesentlich Schaden zu nehmen, ist uns zu verschiedenen Malen zugute gekommen, denn die Batterie wird beim Bahntransport öfters derart behandelt, dass z. B. ein Blei-Akkumulator unfehlbar unbrauchbar geworden wäre.

b) Regulierwiderstand. Zur Regulierung des Batteriestromes dient ein Gleitwiderstand *(B)* von ca. 50 Milliohm Maximal-Widerstand für einen Maximalstrom von 110 A. Als Widerstandsmaterial dienen 2 Nickelin-Streifen von veränderlicher Breite (15 ÷ 65 mm), 0,3 mm Dicke und 0,90 m Länge. Der Widerstand ist auf konstante Erwärmung bei jeder Belastung berechnet und hat sich in jeder Beziehung bestens bewährt.

c) Messleitungen. Zur Uebertragung des Stromes von der Batterie zu den Kontaktstössen dienen 2 flexible Leitungen *(C)* von je 7,5 m Länge und 100 mm² Querschnitt. Da diese beiden Leitungen bei den Messungen auf dem Boden herumgeschleppt

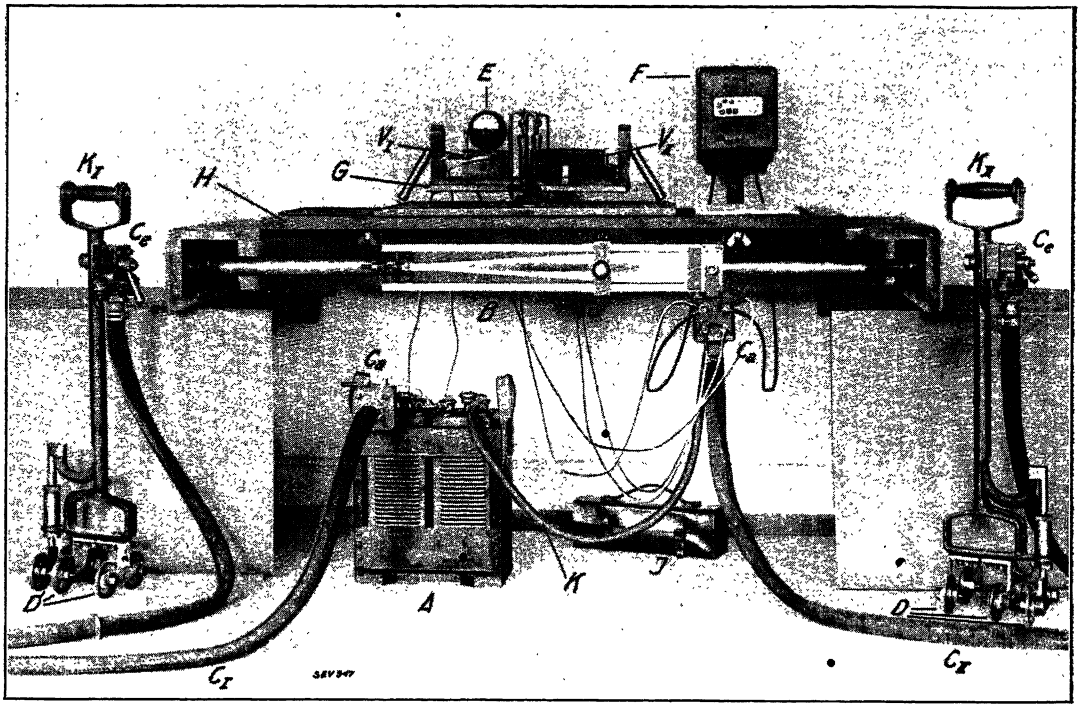


Fig. 5.
Mess-Apparatur.

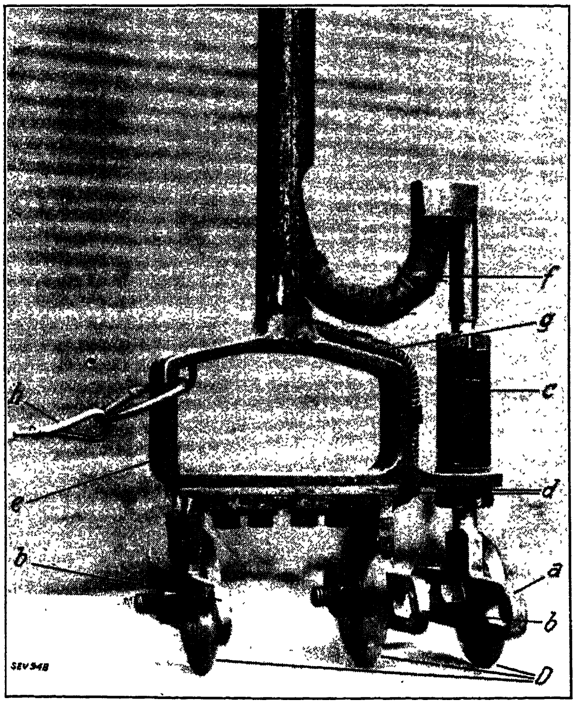


Fig. 6.
Kontaktstock.

Legende zu Fig. 5, 6, 7 und 9.

A	Akkumulatorenbatterie
B	Regulierwiderstand
C_I C_{II}	Messleitungen in Schutzschläuchen
C_a C_e	Leitungs-Endverschlüsse
D	Kontaktmeissel
E	Ampère-Meter
F	Ampèrestunden-Zähler
G	Federnd aufgehängter Instrumententisch
H	Ausziehbarer Messtisch
J	Werkzeugtasche
K_I K_{II}	Kontaktstöcke
L_I L_{II}	Doppelpolige Umschalter
M_I M_{II}	Umschalt-Tasten
N	Umschalt-Stecker
O	Schaltschema
P	Aufhängefedern für Instrumententisch
T	Protokollformulare
V_I V_{II}	Messinstrumente
a	Federnder Stromkontakt mit Meissel
b	Spannungskontakt mit Meissel
c	Federgehäuse
d	Isolierplatte aus Hartgummi
e	Fussbügel
f	Stromleitung (100 mm²)
g	Spannungsleitungen in Metallschlauch
h	Karabinerhaken und Leine

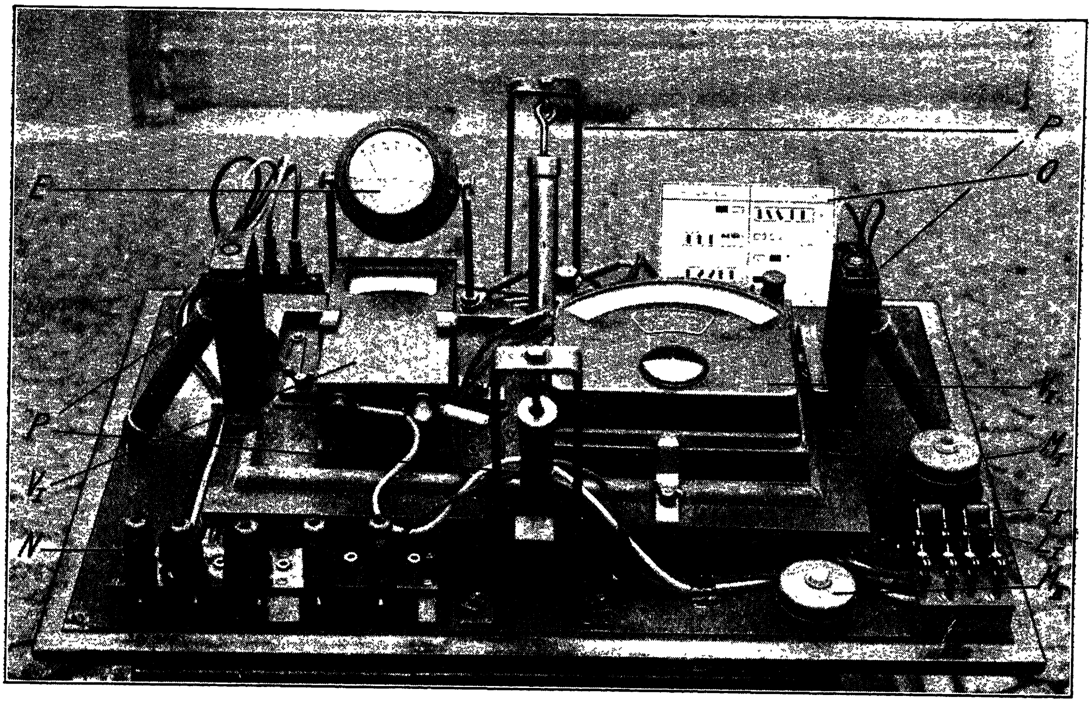


Fig. 7.
Instrumententisch.

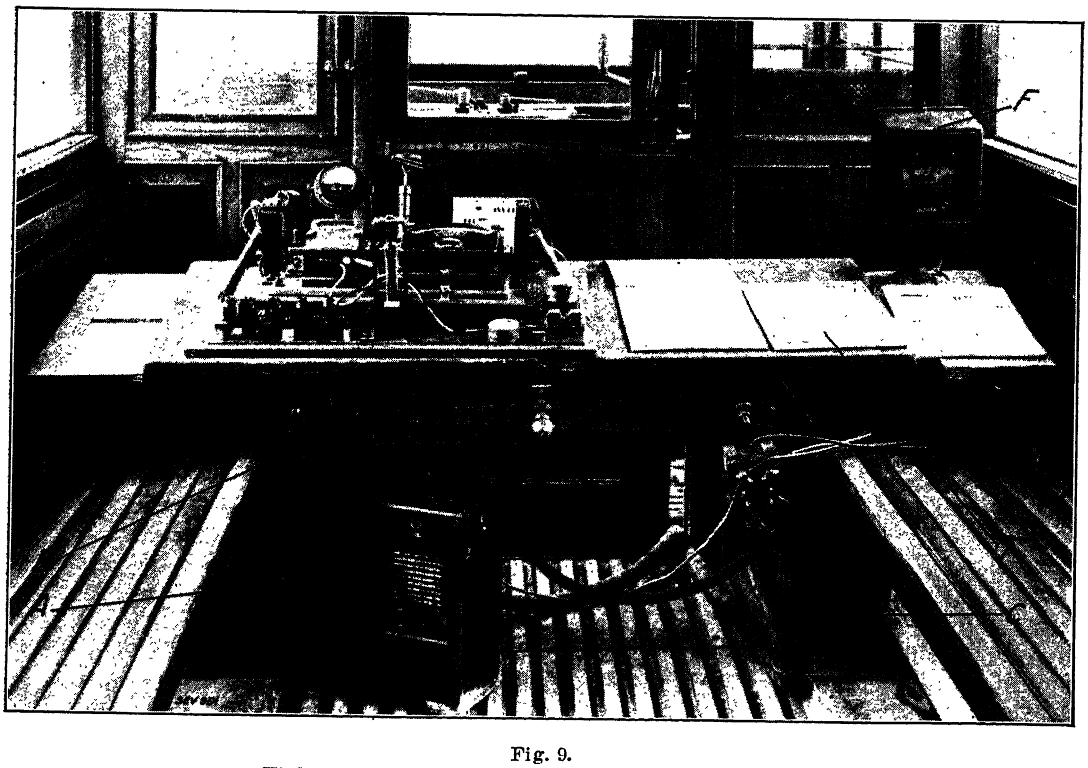


Fig. 9.
Einbau der Instrumente in einen Personen-Motorwagen.

werden, wurden sie in Hanfschläuche mit Gummieinlage, wie sie die Strassenbahnen zum Verlegen der Wagen-Kabelleitungen benützen, gelegt, welche ihrerseits wieder durch aufgereihte Gummiringe vor dem frühzeitigen Durchscheuern geschützt werden. (Versuchsweise wurde in letzter Zeit eine der Messleitungen anstatt in einen Hanfschlauch in einen Hochdruck-Gummischlauch eingezogen, womit bis heute gute Erfahrungen gemacht wurden.) Die Kontrollstelle besitzt 3 solcher Messleitungen, von denen immer 2 im Betriebe stehen, während die dritte als Reserve dient. Ausser den 100 mm² Stromleitungen sind in den erwähnten Schutzschläuchen noch mehrere Spannungs-Messleitungen miteingezogen und zwar bei der Schienenleitung *(C_I)* 3 isolierte Litzen zu je 2,5 mm², bei der Stossleitung *(C_{II})* 2 Litzen zu je 2,5 mm² und eine zu 1,0 mm² Querschnitt. Das „Reservekabel" ist mit 3 Leitungen zu je 2,5 mm² und einer zu 1,0 mm² ausgerüstet, damit es wahlweise als „Schienen"- oder „Stossleitung" verwendet werden kann.

Jede Messleitung besitzt am einen Ende einen Anschlussklotz aus Holz mit den zugehörigen Spannungs-Anschlussklemmen. Zum Anschluss an den Kontaktstock dient ein Endverschluss aus Messing, wobei die Spannungsleitungen vermittels Spezialbolzen mit den entsprechenden Leitungen im Kontaktstock verbunden werden. Spannungs- und Stromleitungen sind unter sich mit 1000 V Spannung auf Isolation geprüft.

d) Kontaktstöcke. Die 3 Kontaktstöcke, wovon einer ebenfalls als Reserve dient, sind unter sich gleich konstruiert. Sie bestehen im wesentlichen aus einem Stahlrohr mit angeschweisstem Fussbügel resp. Handgriff aus Flacheisen. Am Fussbügel *(e)* sind, unter Zwischenschaltung eines Isolierkörpers *(d)*, die Befestigungswinkel für die Kontaktmeissel (Spannungskontakte) *(b)* festgeschraubt. Der Befestigungswinkel des Stromkontakt-Meissels *(a)* läuft in einer senkrechten Büchse *(c)* ausserhalb des Fussbügels und besitzt ein wenig Seitenspiel, um Messungen in engen Kurven zu ermöglichen, ferner ist er in der Senkrechten beweglich und wird durch Federkraft in die tiefste Lage gedrückt. Dadurch ist ein guter Kontakt der beiden Spannungsmeissel auch in Kurven gewährleistet. Die Befestigungswinkel *a* und *b* sind mit entsprechender Lochung versehen, um bei Messungen an Rillenschienen je einen Meissel (in der Mitte), bei Vignolschienen je 2 Meissel (links und rechts) anzubringen, ferner sind sie untereinander und gegen den Stock ebenfalls für 1000 V Spannung isoliert.

e) Kontaktmeissel. (D) Wie schon erwähnt, ist es für die Spannungsmessungen absolut notwendig, einwandfreie Kontakte auf den Schienen zu erhalten. Dies war nur möglich durch Verwendung von Stahlmeisseln von bestem Werkzeugstahl. Die Scheiben haben in ungebrauchtem Zustande einen Durchmesser von 80, die neueste Serie von 85 mm und eine Dicke von 8 mm. Der Schneidenwinkel beträgt ca. 45°. Durch den Gebrauch nützen sie sich natürlich ab, d. h. sie werden stumpf. Durch Drehen um einen kleinen Betrag ist es möglich, nach und nach den ganzen Umfang des Rundmeissels auszunützen, so dass mit einer Serie von 6 Meisseln etwa 6÷8 Nächte gemessen werden kann. Stumpf gewordene Meissel werden nachgeschliffen.

f. Messinstrumente. Als wichtigste Instrumente sind zu erwähnen:
1 Drehspul-Galvanometer (Schienen-Voltmeter) *(V_I)* von 0,25 mV Vollausschlag,
1 Drehspul-Millivoltmeter (Stoss-Voltmeter) *(V_{II})* von 1,5 V resp. 45 mV Vollausschlag.

Die Skala dieses zweiten Instrumentes ist direkt in Meter Schiene geeicht, wobei der obere Messbereich von 0 — 750 m, der untere von 0 — 22,5 m reicht. Der Nullpunkt ist überdies um 0,1 m verschoben, um die mit dem Stoss mitgemessenen 0,1 m Schiene zu kompensieren. Dieses Instrument ist beständig an den höheren

Messbereich (1,5 V) angeschlossen, so dass selbst bei einem isolierenden Stoss die an den Klemmen auftretende Batteriespannung (Max. 1,4 V) keine Gefährdung desselben hervorruft. Durch Niederdrücken eines Druckkontaktes *(M_{II})* kann der andere Messbereich (45 mV) eingeschaltet werden.

Als weitere Instrumente sind vorhanden:

1 Ampère-Meter *(E)* zur Kontrolle des Batteriestromes,
1 Ampèrestunden-Zähler *(F)* zur Kontrolle des Entlade-Zustandes der Batterie.

Diese beiden Instrumente, die nur zu Kontrollzwecken dienen, sind an die eine der 100 mm² Stromleitungen als Shunt angeschlossen.

g) Instrumententisch. Die unter *f)* angeführten Instrumente, mit Ausnahme des Batteriezählers, sind auf einem Tischchen *(G)* montiert, das durch je 2 Zug- und Druckfedern freihängend abgefedert ist. Dadurch werden die während der Fahrt des Fahrzeuges auftretenden Stösse von den empfindlichen Instrumenten ferngehalten. Dieser eigentliche Instrumententisch ruht auf einem ausziehbaren Tisch *(H)*, welcher gestattet, die Mess-Apparatur in jeden Personen-Motorwagen, sei er mit Längs- oder Quersitzen ausgerüstet, einzubauen, ohne Nagel und Hammer zu Hilfe nehmen zu müssen.



Fig. 8.
Verpackung der Apparate zum Transport.
G Akkumulatoren-Transportkiste
R Lattenverschlag
S Instrumenten-Transportkiste

5. *Ausbau der Messausrüstung auf Grund der Betriebserfahrungen.*

Zur Messung normaler Schienen- und Weichenstösse eignete sich die Ausrüstung, wie sie im Jahre 1924 in Betrieb kam, sehr gut. Dagegen bereitete die Messung des Widerstandes der Herzstückstösse etwelche Schwierigkeiten. Bekanntlich bestehen die „Phönix"-Herzstücke aus einer durchgehenden Schiene und zwei angestossenen, mit dieser und einer Grundplatte verschraubten Schenkeln. Rechts und links jedes Herzstückes befinden sich also auf der nicht durchgehenden Schiene zwei Stösse. Die Schwierigkeit, diese Stösse zu messen, bestand nun darin, dass man die Stöcke nicht mehr in die Schienenrille, sondern auf den Schienenkopf stellen musste, wobei der Stoss trotzdem innerhalb der 0,1 m Distanz der Spannungskontakte liegen musste. Diese Art der Messung ergab oft unzuverlässige Resultate infolge schlechten Kontaktes; zum mindesten verursachte sie einen beträchtlichen Zeitverlust.

Wir messen daher diese Art Stösse als Doppelstösse, wobei ihr zulässiger Grenzwert ebenfalls verdoppelt wird. Zur Messung solcher Stösse setzen wir die beiden Kontaktstöcke K_I und K_{II} derart auf, dass das ganze Herzstück zwischen die Kontakte 2 und 3 zu liegen kommt. Durch geeignete Umschaltung des Stoss-Voltmeters ist es möglich, die Spannungsabfälle über 1—2 und 2—3 miteinander zu vergleichen, wobei aber die Länge 2—3 der mit den Herzstückstössen gemessenen Schiene vom Messergebnis zu subtrahieren ist. Um die Distanz zwischen den Kontakten immer gleich zu halten, werden bei solchen Messungen die Stöcke durch eine mit Karabinerhaken versehene Leine *(h)* von bestimmter Länge miteinander verbunden. Zur Umschaltung des Stoss-Voltmeters dient ein auf dem Instrumententisch angebrachter doppelpoliger Umschalter *(L_{II})*.

Nachdem die Leitsätze im Jahre 1926 erweitert wurden, wobei u. a. auch die Querwiderstände von Weichen und Geleise-Teilstrecken begrenzt wurden, mussten auch diese gemessen werden. Dabei war es wünschbar, wenn möglich diese Messungen mit den bereits vorhandenen Instrumenten auszuführen. Der Querwiderstand wird bestimmt, indem je ein Kontaktstock auf jeden der zu messenden Schienenstränge gesetzt wird und der Strom und die zwischen den Kontaktstöcken auftretende Spannung gemessen wird. Um einen Zeitverlust zu vermeiden, sollten die Stösse und Querwiderstände einer Anlage, z. B. einer Weiche, in einem Zuge gemessen werden können; dazu war es aber notwendig, die Instrumente durch geeignete Umschalter rasch für die eine oder andere Messart brauchbar zu machen.

Hiezu wird das Drehspul-Galvanometer *(V_I)* als Ampèremeter benützt, indem die kurze Verbindungsleitung von 100 mm² zwischen Batterie und Regulierwiderstand als Shunt verwendet wird. Die Schaltung des Instrumentes für diesen Zweck geschieht durch einen zweiten doppelpoligen Umschalter *(L_I)*, während der erste Schalter dieser Art *(L_{II})*, der bereits für die Messung der Herzstückstösse verwendet wird, dazu dient, das Stossvoltmeter mit den für die Querwiderstandsmessung notwendigen Spannungskontakten zu verbinden.

Durch diese beiden Erweiterungen ist es nun möglich, die Messausrüstung durch einfaches Umschalten für die drei Messarten:

Gewöhnliche Stösse, Herzstück-Stösse, Querwiderstände,

zu verwenden.

Das Schienen-Voltmeter *(V_I)* besitzt einen kleinen inneren Widerstand (ca. 1,5 Ohm), während das Stoss-Voltmeter *(V_{II})* 350 resp. 10 Ohm Widerstand aufweist, je nach Messbereich. Der Widerstand der Zuleitungsdrähte von den Kontaktstöcken zu den Messinstrumenten beträgt je 250 Milliohm. Wenn nun der Widerstand der Spannungs-Messleitung aus irgend einem Grunde auf den doppelten Wert ansteigt, so hat dies am Schienen-Voltmeter einen Fehler von ca. 15 % zur Folge, während er beim Stoss-Voltmeter im schlimmsten Falle 2,5 % beträgt.

Im Betriebe hat es sich ferner gezeigt, dass die Spannungsleitungen, hauptsächlich in der Nähe des Anschlusses an den Kontaktstock durch das Hin- und Herziehen der Kabel bei den Messungen stark beansprucht werden. Es zeigten sich oft Defekte infolge Abbrechen dieser Leitungen. Dieser Umstand bewog uns, eine dritte Messleitung mit zugehörigem Kontaktstock anzuschaffen, welcher bei Störungen gegen das defekte Stück ausgewechselt werden kann, damit die Messungen keinen Unterbruch erleiden. Da die Spannungs-Messleitungen aus vieldrähtigen Litzen bestehen, ist es sehr wahrscheinlich, dass der Defekt nicht durch momentanes Abbrechen sämtlicher Litzen entsteht, sondern dass während längerer Zeit ein Drähtchen ums andere defekt wird. Dadurch steigt aber der Widerstand der Messleitung in unkontrollierbarem Masse an, bis der Defekt infolge Versagens der Ausrüstung zutage tritt. So bestand die Möglichkeit, dass Messungen, welche kurz vor einem solchen Defekte ausgeführt wurden, zu mehr oder weniger falschen Resultaten führten. Um diese Fehlerquelle zu eliminieren, wurde eine Einrichtung geschaffen, mit der der Widerstand der Spannungs-Messleitungen kontrolliert werden kann, wozu ebenfalls die bereits vorhandenen Instrumente verwendet werden.

Die Aufgabe wurde derart gelöst, dass mit Hilfe von Steckern *(N)*, welche auf einem Schaltbrettchen in verschiedene Schaltkombinationen gebracht werden können, die Messleitungen mit einem kleinen Strom von 3 ÷ 4 A beschickt werden. Zu diesem Zwecke werden an den Kontaktstöcken die Spannungskontakte 1 und 2, resp. 3 und 4 bei aufgeschraubten Meisseln durch eine spezielle Vorrichtung überbrückt. Durch Messung von Strom und Spannung mit den bereits vorhandenen Instrumenten kann der Widerstand der Messleitung inkl. die in der Ausrüstung liegenden Uebergangswiderstände ermittelt werden. Zur Umschaltung der Instrumente für den genanten Zweck konnten wiederum die bereits vorhandenen Umschalter *(L_I und L_{II})* verwendet werden.

Diese Vorrichtung gestattet, sich jederzeit über den Zustand der Messleitungen zu orientieren, so dass Messfehler infolge von Defekten, welche äusserlich nicht von vornherein wahrnehmbar sind, leicht entdeckt werden können.

6. *Transport der Apparate.* (Siehe Fig. 8.)

a) Akkumulatorenkiste. (Gewicht mit Ladung: 125 kg).

Zum Transport der Akkumulatoren musste eine Spezialkiste *(Q)* angefertigt werden, welche den Vorschriften der SBB entsprach. Einmal muss die ungewöhnliche Form auffallen, was „oben" und „unten" ist, damit die Kiste während des Transportes nicht gestürzt wird. Allfälliges Verschütten der Lauge musste unschädlich gemacht werden, indem die Kiste Doppelwandung mit dazwischenliegender Sägemehlfüllung erhielt. Der Kiste wurde aus diesem Grunde die Form einer abgestumpften Pyramide gegeben.

b) Lattenverschlag (R). (Gewicht, beladen: 180 kg).

In diesem wurden der ausziehbare Messtisch mit dem aufgeschraubten Gleitwiderstand, ferner die drei Messleitungen mit den Kontaktstöcken untergebracht, welcher zur Erleichterung des Verlades mit Laufrollen versehen wurde. Die Leitungen und Stöcke können festgeschraubt werden. Dadurch, dass die Kiste nicht „massiv" gemacht wurde, war es möglich, ihr Gewicht bei voller Ladung unter der 200 kg Grenze für Transport als Expressgut zu halten.

c) Instrumentenkiste. (Gewicht, beladen: 75 kg).

Diese Kiste *(S)* dient zum Transport des gefederten Instrumententisches mit den darauf montierten und dadurch gegen Erschütterungen auch während des Transportes geschützten Instrumenten, des Batterie-Zählers, der Kontaktmeissel, der Werkzeugtasche, der Mappe mit den Protokollformularen u. a. m. Sie wurde in der unteren Hälfte am Boden und an den Wänden gepolstert, während die obere Hälfte, welche zur Aufnahme des mit einem Schutzdeckel versehenen Instrumententisches dient, in den Ecken dicke Filzstreifen als Stossdämpfer erhielt.

7. *Durchführung der Messungen.*

a) Aufnahme der zu messenden Anlageteile.

Vor der ersten Messung werden von sämtlichen zu untersuchenden Weichen und Kreuzungen Skizzen aufgenommen, worin die Lage der Stösse durch Punkte markiert und diese letzteren mit Ordnungszahlen versehen werden. Sofern von der Bahn aus eine Weichennummerierung besteht, wird neben der Ortsbezeichnung auch die entsprechende Weichen- resp. Kreuzungsnummer angeführt. Um diese Arbeit zu erleichtern, benützen wir vorgedruckte Skizzen der gebräuchlichsten Anlageteile, nämlich von einspurigen und doppelspurigen Weichen, Geleisewechseln und Kreuzungen. Anormale Weichenanlagen, wie Dreiwegweichen, Doppelwechsel, werden an Hand von Plänen an Ort und Stelle aufgenommen.

Diese Arbeiten müssen jeweilen nur im ersten Jahre im vollen Umfange durchgeführt werden, während wir uns in den nachfolgenden Jahren darauf beschränken können, eventuelle Neuanlagen aufzunehmen und allfällige Aenderungen an bereits bestehenden Anlagen in den betreffenden Skizzen nachzutragen.

b) Kontrolle der nach dem Thermit-Verfahren geschweissten Schienenstösse.

Da die Thermitstösse von uns nicht gemessen, sondern nur auf das Vorhandensein von Kopfrissen untersucht werden, kann diese Kontrolle am Tage durchgeführt werden. Dabei wird die Anzahl der zu kontrollierenden Thermitstösse notiert, da in der Zusammenstellung der Messergebnisse die intakten Stösse als solche mit dem Widerstand Null taxiert werden.

c) Einbau der Instrumente. (Siehe Fig. 9).

Wie schon an anderer Stelle erwähnt wurde, kann die Messausrüstung ohne weitere Hilfsmittel in jedem Personen-Motorwagen installiert werden. Zuerst wird der ausziehbare Messtisch im Innern des Fahrzeuges aufgestellt, indem die ausziehbaren Seitenteile vermittelst einer Stellschraube gegen die Seitenwände des Wagens (bei Quersitzwagen gegen die Rücklehnen der Quersitze) gepresst werden.

Die Kontaktstöcke werden mit den zugehörigen Kontaktmeisseln versehen und mit den Messleitungen verschraubt. Die andern Enden der Messleitungen werden durch die Perrontüre in das Wageninnere gezogen und das eine Kabel mit der Akkumulatorenbatterie, das andere mit dem Gleitwiderstand verbunden, welch letzterer am Messtisch festgeschraubt ist. Der gefederte Instrumententisch wird auf den Messtisch gestellt, der Schutzdeckel abgehoben, worauf die verschiedenen Anschlussklemmen durch flexible Leitungen mit den entsprechenden Klemmen der Kabel-Endverschlüsse verbunden werden. Zur besseren Uebersichtlichkeit sind die korrespondierenden Klemmen durch gleiche Farbe gekennzeichnet. Hierauf wird der Batterie-Zähler in einer Ecke des Messtisches befestigt, mit den Shuntklemmen verbunden und darnach der Zählerstand abgelesen.



Fig. 10.
Messen eines Stosswiderstandes.

Die Messausrüstung ist nun betriebsbereit, doch erfolgt als erste Messung eine Kontrolle der Widerstände der beiden Messleitungen, damit eventuelle, auf dem Transport entstandene Defekte sogleich behoben werden können.

d) Funktionen des Hilfspersonals. (Fig. 10).

Gemäss den mit den Interessenten abgeschlossenen Verträgen haben zu den Stosswiderstandsmessungen die Bahnverwaltung einen Motorwagen mit Führer, die übrigen Vertragskontrahenten nach einem vereinbarten Turnus 3 Hilfsarbeiter zu stellen. Zwei Mann werden zum Bedienen der Kontaktstöcke benötigt, während der dritte an Hand der Anlageskizze dem Messbeamten die Nummer des jeweilen gemessenen Stosses angibt und im übrigen dafür zu sorgen hat, dass die Kontaktstöcke in richtiger Weise gehandhabt werden. Der Wagenführer hat die notwendigen Wagenmanöver vorzunehmen. Die drei Hilfsarbeiter befinden sich vor dem Wagen. Nach erfolgter Messung begeben sie sich zum benachbarten Stoss- oder Querwiderstand, indem die Stockträger die Messleitungen nachschleppen, während der Wagenführer, soweit notwendig, mit dem Wagen nachfährt. Bei der Messung von Geleisestössen geht der dritte Mann, mit einer Laterne versehen, gewöhnlich um eine Schienenlänge voraus und bezeichnet die zu messenden Stösse mit einem Kreidestrich, während die andern, vor dem Wagen hergehend, von Stosspaar zu Stosspaar nachrücken.

Wenn der Abstand zwischen zwei zu messenden Anlageteilen grösser als etwa 50 m ist, werden die Messleitungen und Kontaktstöcke auf den Wagen geladen, worauf mit normaler Fahrgeschwindigkeit zur nächsten Messtelle gefahren wird.

e) Messung und Protokollführung.

Sobald die Kontaktstöcke aufgesetzt sind und damit der Batterie-Stromkreis geschlossen ist, was am Kontrollampèremeter *(E)* ersichtlich ist, wird vermittelst

des Schieberwiderstandes der Strom so reguliert, dass das Schienen-Voltmeter *(V_I)* einen bestimmten Ausschlag zeigt, worauf am Stossvoltmeter *(V_{II})* der Stosswiderstand direkt in Meter Schiene abgelesen werden kann.

Die Protokollformulare für die verschiedenen Anlageteile sind ebenfalls vorgedruckt und enthalten die entsprechende Anlage-Skizze, welche an Hand der Weichenpläne vervollständigt wird. In den darunterstehenden Zahlenkolonnen wird der Widerstandswert des gemessenen Stosses neben seiner zugehörigen Ordnungszahl notiert. Eine weitere Kolonne ist für allfällige Bemerkungen reserviert. Neuerdings besitzen die Messprotokolle eine besondere Kolonne für die Registrierung der Querwiderstände. Die Protokolle werden an Ort und Stelle mit Tusche beschrieben und nach Anbringen der notwendigen Aufschriften nach dem Plandruckverfahren vervielfältigt.

In analoger Weise werden die Herzstückstösse gemessen. Vom erhaltenen Messresultat muss hier der Abstand der Kontaktstöcke subtrahiert werden.

Bei der Messung der Querwiderstände wird der Strom auf 50 A eingestellt, worauf für den abgelesenen Voltmeter-Ausschlag in einer Tabelle der zugehörige Querwiderstand gefunden werden kann.

8. Leistungsfähigkeit der Ausrüstung.

Um sich ein richtiges Bild von der Leistungsfähigkeit der Ausrüstung zu machen, genügt es nicht, nur die Anzahl der gemessenen Stösse pro Nacht festzustellen, sondern man muss dabei noch die Art des Betriebes (ob Strassenbahn oder Ueberlandbahn) und die Art der gemessenen Anlageteile berücksichtigen. Ferner ist es auch nicht gleichgültig, ob in einer Stadt im Zentrum, wo manchmal auf einem einzigen Hauptplatz 200÷300 Stösse vorhanden sind, oder auf einer Aussenlinie gemessen wird, wo einige Gleiswechsel und einspurige Weichen untersucht werden müssen, die örtlich weit auseinander liegen. Bei der Messung der Geleisestrecken ist zu unterscheiden, ob die Stösse einer längeren zusammenhängenden Teilstrecke zu messen sind oder ob bei einer in der Hauptsache geschweissten Strecke nur vereinzelte gelaschte Zwischenstösse untersucht werden müssen.

Die Messung eines Querwiderstandes erfordert etwa doppelt so viel Zeit als die Messung eines Stosswiderstandes.

Wenn am Tage gemessen werden kann, was bei einigen Ueberlandbahnen möglich ist, so steigert sich die Leistungsfähigkeit der Ausrüstung, da die Messungen wegen der besseren Sicht der Stösse etwas rascher fortschreiten.

Die Leistungsfähigkeit der Ausrüstung für einige typische Fälle ist aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich:

I. Strassenbahnnetze in Städten.

Art der zu messenden Anlagen	Messdauer	Anzahl Stösse per Nacht
Weichen auf Hauptplätzen	5—6 Std.	400—500
Weichen auf Aussenlinien	5—6 „	300—400
Geleisestösse, zusammenhängende	5—6 „	450—550
Geleisestösse, vereinzelte	5—6 „	200—300

II. Ueberlandbahnen (sofern am Tage gemessen werden kann).

Art der zu messenden Anlagen	Messdauer	Anzahl Stösse per Tag
Durchgehendes Geleise (15 m Schienen) . . .	6—8 Std.	500—700
Durchgehendes Geleise (12 m Schienen) . . .	6—8 „	600—800

Beitrag zur Kenntnis der Vorgänge beim Stromdurchgang durch den menschlichen Körper.

Mitgeteilt von den *Elektrizitätswerken des Kantons Zürich* (E. K. Z.).

614.8

Die E. K. Z. haben an 25 Personen Elektrisierungsversuche durchgeführt, um die «Gefährlichkeit» des elektrischen Stromes, speziell des 50periodigen Wechselstromes, für den menschlichen Körper möglichst quantitativ zu erfassen. Im nachstehenden Aufsatz wird über diese Versuche und die Schlüsse, welche daraus gezogen werden können, berichtet.

Es wird darauf hingewiesen, dass zur Entscheidung über die Gefährlichkeit einer Situation alle Begleitumstände (Strom, Spannung, Widerstand, Berührungsflächen, psychologische Einflüsse) im Zusammenhang betrachtet werden müssen. Die Versuche zeigten, dass die von den Versuchspersonen empfundenen Gefühle bei gleichen Stromstärken weitgehend übereinstimmen, dass dagegen der Ohmsche Widerstand in weiten Grenzen variiert, sowohl zwischen verschiedenen Personen als auch bei einer und derselben Person.

Als gefährliche Stromstärke wird diejenige definiert, bei welcher es der betreffenden Person nicht mehr möglich ist, die umfasste Elektrode loszulassen.

Beim Stromdurchgang Hand—Hand, wobei jede Hand eine Messingelektrode von 20 mm Durchmesser und 160 mm Länge fest umfasste, betrug diese Stromstärke ungefähr 15 mA. Körperwiderstände Hand—Hand oder Hand—Fuss von 2000 Ohm sind nichts seltenes; es kommen sogar unter besonders ungünstigen Verhältnissen, z. B. in chemischen Betrieben, bei Reinigungsarbeiten im Haushalt mit Sodalauge, Körperwiderstände von 1500 Ohm vor. Man erhält somit als gefährliche Spannung für den empfindlichsten Menschen und unter den ungünstigsten Umständen beim Stromdurchgang Hand—Hand für trockene Hände etwa 30 V, für nasse Hände etwa 20 V. Für eine im Bade befindliche Person, welche einen spannungführenden Hahn oder Lampenfuss umfasst, kann diese Spannung mit etwa 10 V angegeben werden.

Les Centrales du Ct. de Zurich (E. K. Z.) ont procédé sur 25 personnes à des essais d'électrisation pour traduire, quantitativement si possible, le danger du courant électrique, alternatif à 50 périodes spécialement, pour le corps humain. Le présent article contient la description de ces essais et les conclusions qu'on peut en tirer. On rend attentif à la nécessité de prendre en considération tous les éléments jouant un rôle dans une situation donnée (courant, tension, résistance, surfaces de concact, influences psychologiques), pour juger du danger de cette situation. Les essais ont montré que les sensations éprouvées par les sujets concordent fort bien pour une intensité donnée, tandis que la résistance ohmique varie dans de larges limites, tant d'une personne à l'autre que chez un seul et même sujet. L'intensité dangereuse est définie comme étant celle pour laquelle la personne ne peut plus lâcher les électrodes. Lors du passage du courant d'une main à l'autre, chacune tenant une électrode en laiton de 20 mm de diamètre et de 160 mm de longueur, cette intensité-limite atteignait 15 mA environ. Il n'est pas rare de trouver pour la résistance du corps, mesurée entre les mains ou entre la main et les pieds, une valeur de 2000 ohms; on constate même, dans des conditions particulièrement défavorables, par exemple dans les fabriques de produits chimiques, lors de travaux de nettoyage à la soude dans les ménages, des valeurs descendant à 1500 ohms. C'est ainsi qu'on obtient comme tension-limite dangereuse pour l'homme le plus sensible et dans les conditions les plus défavorables, le passage du courant ayant lieu d'une main à l'autre, environ 30 V si les mains sont sèches et environ 20 V si elles sont mouillées. Pour une personne se trouvant dans un bain et qui saisit un robinet ou un socle de lampe sous tension, la limite indiquée se réduit à 10 V environ.

1. Einleitung.

Die Begriffe „ungefährliche Spannung", „gefährliche Spannungsdifferenz" usw. haben anlässlich der Beratung der neuen Bundesvorschriften und der neuen Vorschriften des S. E. V. über Hausinstallationen manchen Betriebsleiter beschäftigt. Sie spielen für ihn auch heute noch eine Rolle beim Entscheiden darüber, ob er zum besseren Schutz in seinen Netzen die Erdung beibehalten oder vielleicht die Nullung der Apparate einführen soll. Die E. K. Z. sahen sich aus diesen Gründen schon vor Jahren veranlasst, erste orientierende Versuche über den Stromdurchgang durch den menschlichen Körper und seinen Zusammenhang mit der Spannung anzustellen. Diese Versuche wurden dann im Jahre 1928 in grösserem Umfange fortgesetzt. Sie erfuhren einen weiteren kräftigen Impuls durch einen Artikel im Bulletin S. E. V. 1928, No. 21, wo unter dem Titel „Wie hoch muss eine Spannung sein, um dem Menschen gefährlich zu werden?" über Messungen und Beobachtungen von Hrn. Prof. Dr. *H. F. Weber* aus dem Jahr 1897 berichtet wurde.

Schon bei der Aufstellung der neuen Vorschriften bestand offenbar eine gewisse Unsicherheit darüber, was für Spannungsdifferenzen noch als ungefährlich bezeichnet werden dürfen. Kritisch betrachtet erscheinen die 100 V, wie sie z. B. in den Erläuterungen zu Art. 11 der neuen Bundesvorschriften genannt werden, sehr hoch angesetzt zu sein, und auch die 50 und 36 V, von denen man bei der Aufstellung der §§ 15 bezw. 224 der Hausinstallationsvorschriften ausgegangen ist, geben je nach den Umständen noch zu Bedenken Veranlassung. Die Schlussfolgerungen, die Prof. Weber aus seinen Versuchen gezogen hat, könnten sogar dazu verleiten, die Gefahren des Stromdurchganges durch den menschlichen Körper zu unterschätzen. Messungen, die nur an einer einzigen und im vorliegenden Fall sehr willensstarken Person durchgeführt wurden, mögen wohl für eine erste Orientierung zweckmässig sein. Jedoch dürfen aus ihnen angesichts der Kompliziertheit der Vorgänge und angesichts der schon längst bekannten Tatsache, dass nicht für alle Personen unter sonst ähnlichen Umständen die gleiche Spannung als gefährlich bezeichnet werden muss, ja dass dieselbe Person in verschiedener körperlicher und seelischer Verfassung der gleichen Spannung gegenüber sich ungleich verhält, niemals allgemein gültige Schlüsse gezogen werden.

Berechnet man aus den Angaben von Prof. Weber, der am eigenen Körper mit Wechselstrom experimentiert und dabei die Spannung fest eingestellt und den sich ergebenden Strom abgelesen hat, den ohmschen Widerstand zwischen Hand-Hand, so erhält man die in Tabelle I angeführten Werte.

Versuche von Prof. Dr. H. F. Weber. Tabelle I.

Angefasste Spannung V	Nasse Hände		Trockene Hände	
	Strom A	Widerstand Ω	Strom A	Widerstand Ω
10	< 0,001	> 10 000	—	—
20	0,0022	9 100	—	—
30	0,0135	2 220	—	—
40	0,0205	1 955	—	—
50	keine Ablesung mehr möglich; zu schmerzhaft		< 0,0001	> 500 000
60	—	—	0,0008	75 000
70	—	—	0,0018	38 900
80	—	—	0,0100	8 000
90	—	—	keine Ablesung mehr, da zu schmerzhaft	

Die Beschreibung der Versuche lässt ohne weiteres vermuten, dass Prof. Weber sich nicht geschont hat und offenbar bis an die Grenze des Erträglichen gegangen ist. Heute würde sich wohl niemand mehr dazu hergeben, diese Prozedur zu wiederholen. Diese Zurückhaltung ist auch berechtigt und angezeigt, denn eine grosse Zahl von Unfällen in Verbindung mit elektrischen Anlagen und Einrichtungen haben seither bewiesen, dass selbst niedrigere Spannungen als z. B. 50 V ernste Gefahren in sich schliessen können.

Die E. K. Z. gingen nun vor allem darauf aus, die Messungen nicht nur systematisch, sondern auch an einer möglichst grossen Zahl von Versuchspersonen durchzuführen. Den Anspruch auf Vollständigkeit können natürlich auch ihre Versuche nicht erheben; doch haben sie so wertvolle und interessante Ergebnisse gezeitigt, dass deren Veröffentlichung lohnend erscheint.

2. *Versuchsziele.*

Man hat versucht, die Gefährlichkeit der Elektrizität zahlenmässig zu charakterisieren und hat als Masstab die Spannung gewählt. Beobachtungen bei Unfällen zeigen indessen, dass die Spannung nicht die allein ausschlaggebende Grösse ist.

Neuerdings wird versucht, den im Körper fliessenden Strom als einzigen Gefahrenmasstab zu verwenden. Beide Wege befriedigen nicht. Es wird schlechterdings unmöglich sein, durch eine einzige Zahl eine Gefahrengrenze festzulegen. Vielmehr wird man alle Begleitumstände (Berührungsflächen, Strom, Spannung, Widerstand) im Zusammenhang zu betrachten haben, um über die Gefährlichkeit einer Situation entscheiden zu können.

Solange die Gefahrengrenze lediglich eine zu wissenschaftlichen Zwecken definierte Grösse darstellt, sind Diskussionen darüber durchaus am Platz. Wenn jedoch in Vorschriften von gefährlichen Spannungen die Rede ist, so muss man sich bewusst sein, dass bei dieser Spannungsgrenze eine wirkliche Gefahr eigentlich noch gar nicht vorhanden sein sollte. Aus diesen Ueberlegungen heraus stellten sich die E. K. Z. die Aufgabe, für Anlagen mit Wechselstrom von 50 Per/sec ein Kriterium für die äusserste Grenze der Ungefährlichkeit zu finden. Offenbar muss als wirklich gefährlicher Zustand derjenige bezeichnet werden, der dem betroffenen Menschen die Selbstbefreiung aus dem Stromkreis nicht mehr erlaubt. Die Versuche wurden also auch unternommen, um wenn möglich festzustellen, wann dieser Zustand in jedem Falle eintritt. Es sei jedoch nochmals darauf verwiesen, dass neben der Spannung auch die andern Umstände mitberücksichtigt werden müssen, sobald Vergleiche angestellt werden sollen. Im weitern wurde versucht, Gesetzmässigkeiten der Vorgänge beim Stromdurchgang herauszufinden. Dazu war vor allem eine grössere Zahl von Versuchspersonen erforderlich, um Einflüsse von Besonderheiten des Einzelnen zu beseitigen. Es stellten sich 25 Personen zur Verfügung und zwar Techniker, männliches und weibliches Büropersonal, Monteure und sonstige Handarbeiter.

Es würde natürlich zu weit führen, alle Ergebnisse in der vorliegenden Arbeit wiederzugeben. Was hier erwähnt und besprochen wird, stellt das Wesentliche der Versuche und ihrer Ergebnisse dar.

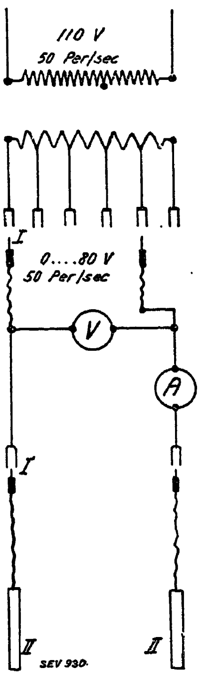


Fig. 1.
Schema der Versuchseinrichtung.
I Bananenstecker
II Messingelektroden
A Ampèremeter
V Voltmeter

3. *Versuchsordnung.*

Nachdem einige Vorversuche ergeben hatten, dass Widerstandsmessungen mit einer Messbrücke zu keinem Ergebnis führen, entschloss man sich zur Durchführung von Strom- und Spannungsmessungen. Um die unzweifelhaft mit solchen Messungen verbundenen Gefahren auf ein Mindestmass zu beschränken, wurde ein Stufentransformator mit getrennten Wicklungen benutzt. Es konnten Spannungen eingestellt werden von 1 bis 80 V. Fig. 1 zeigt die Schaltung.

Zur Sicherung der Versuchsperson wurden die Verbindungen zu den Elektroden mit leicht sitzenden Bananensteckern bewerkstelligt, so dass bei Gefahr ein leichter Ruck zur Lösung der Verbindung und damit zur Befreiung aus dem Stromkreis genügte.

Das Voltmeter war ein Weston-Voltmeter, das Ampèremeter ein Präzisions Milli-Ampèremeter mit einem Messbereich von 0 bis 15 mA, mit Bandaufhängung.

Die Versuche wurden in der Weise durchgeführt, dass nach jedem Versuch eine kurze Pause von $^1/_2$ bis 2 Minuten eingeschaltet und nachher mit der nächst höheren Spannungsstufe weitergefahren wurde.

4. *Besprechung der Versuchsergebnisse.*

Einleitend sei noch einmal bemerkt, dass die nachstehenden Versuche mit Wechselstrom von 50 Per/sec durchgeführt wurden. Ueber einige Messungen mit

Gleichstrom finden sich am Schlusse des Berichtes einige ergänzende Mitteilungen.

a) Gefühle und Empfindlichkeit beim Stromdurchgang. Schon die ersten Vorversuche zeigten, dass die Widerstände der einzelnen Versuchspersonen sehr stark von einander abweichen. Die von den Personen empfundenen Gefühle stimmten dagegen bei gleichen Stromstärken weitgehend überein. Diese Feststellung zwingt zur Annahme, dass für die Gefährlichkeit die Stromstärke massgebend ist, die Spannung dagegen nur mittelbar eine Rolle spielt. Immerhin gilt dies mit einer gewissen Beschränkung, weil aus Versuchen mit Niederspannung nicht ohne weiteres auf Verhältnisse bei Hochspannung geschlossen werden darf.

Tabelle II stellt einen Versuch dar, die Gefühle, welche die Versuchspersonen durchschnittlich empfunden haben, in Funktion der Stromstärke zu kennzeichnen. Der Stromdurchgang ging von Hand zu Hand, indem die Person zwei Messing-Elektroden von 20 mm Durchmesser und 160 mm Länge fest umfasste.

Gefühls-Skala beim Stromdurchgang Hand-Hand. Tabelle II.

Stromstärke mA	Empfindungen
0 bis 0,9	Nichts spürbar.
0,9 „ 1,2	Gerade spürbar in den Berührungsstellen.
1,2 „ 1,6	Kribbeln in der Hand wie von Ameisen.
1,6 „ 2,2	Hand eingeschlafen.
2,2 „ 2,8	Auch im Handgelenk spürbar.
2,8 „ 3,5	Leichte Handfesseln.
3,5 „ 4,5	Stärkere Handfesseln, Gefühl wie Ermüdung im Unterarm bis zum Ellbogen. (Erste Schmerzäusserungen von empfindlichen Leuten.)
4,0 „ 5,0	Krampfartiges Gefühl in den Händen, leises Zittern der Hände.
4,5 „ 5,5	Krampf im Unterarm.
5,0 „ 7,0	Leichter Krampf auch im Oberarm. (Wird allgemein als unangenehm empfunden.)
6,0 „ 8,0	Hände steif und verkrampft. Loslassen nur mit Mühe möglich. Ungewohnte Versuchspersonen zeigen Schmerzäusserungen beim Anfassen der Elektroden.
8,5 „ 9,5	Krampf im Oberarm.
10,0	Recht unangenehm, allgemeiner Krampf.
11,0 bis 12,0	Erster Krampf in den Achseln. Berührug nur noch ca. 30 Sekunden auszuhalten.
13,0 „ 15,0	Loslassen gerade noch möglich mit Anstrengung.
15,0	Loslassen nicht mehr möglich, nur ca. 15 Sekunden auszuhalten.
	Prof. Weber ging, wie aus Tabelle I ersichtlich ist, noch weiter und machte trotz der Schmerzen noch eine Ablesung bei ca. 20 mA. Bei der höchsten von ihm erreichten Stromstärke von schätzungsweise 25 bis 30 mA konnte er dann allerdings wegen der Schmerzhaftigkeit nicht mehr ablesen.

Die vorstehenden Beobachtungen gelten den durchgeführten Versuchen entsprechend nur dann, wenn die vom Strom betroffene Person sich mit gespannter Aufmerksamkeit in den Stromkreis einschaltet. Geschieht die Berührung ganz überraschend, so tritt zu den Wirkungen des Stromes noch der Schreck. Dadurch werden die Verhältnisse ganz wesentlich verschlimmert. Indessen konnten in dieser Richtung keine Versuche durchgeführt werden.

b) Ohmscher Widerstand des menschlichen Körpers. Vorerst seien die qualitativen Eigenschaften des Widerstandes betrachtet.

Die Grösse des Widerstandes des menschlichen Körpers ist von einer ganzen Reihe von Einflüssen abhängig, welche unter sich wieder weitgehend von einander abhängig sind. Es ist daher am richtigsten, wenn man den ganzen Fragenkomplex im Zusammenhang betrachtet.

Der Widerstand des menschlichen Körpers setzt sich in erster Annäherung aus drei in Reihe geschalteten Widerständen zusammen, nämlich den Hautwiderständen beim Stromeintritt und beim Stromaustritt und dem innern Körperwiderstand. Für die vorliegenden Untersuchungen fällt der innere Körperwiderstand ausser Betracht, weil er im Vergleich zu den Hautwiderständen verschwindend klein ist.

Der Hautwiderstand R hängt von drei Faktoren ϱ, d und f ab, für welche die Beziehung $R = \varrho \cdot \frac{d}{f}$ gilt (ϱ = spez. Widerstand, d = Dicke der Haut und f = Fläche der vom Strom durchflossenen Haut — Berührungsfläche —); ϱ und d sind schon für ein und dieselbe Person von Körperstelle zu Körperstelle verschieden. Für verschiedene Personen sind daher erst recht wesentliche Unterschiede zu erwarten. Nun sollen aber verschiedene Menschen untereinander verglichen werden und deshalb muss eine möglichst einheitliche Vergleichsbasis geschaffen werden. Dies geschieht am besten dadurch, dass man für alle Personen die gleichen Elektroden verwendet und den Versuchspersonen gleichartige Umfassung derselben angewöhnt. Auf diese Weise erhält man für die verschiedenen Personen ungefähr gleich grosse Berührungsflächen f, also gleich grosse Eintrittsquerschnitte.

Die Verschiedenheiten von ϱ und d können indessen nicht ausgemerzt werden. Vielmehr muss man sich zum Ziel setzen, diese die Verschiedenheit im wesentlichen bedingenden Grössen in ihrer Grössenordnung zu erfassen. Der wesentlichste, vielleicht sogar der einzige Umstand, der die Grösse des *spez.* Hautwiderstandes beeinflusst, ist die Feuchtigkeit derselben. Nur indirekt spielen auch andere Umstände mit.

Die Feuchtigkeit der Haut und damit ihr Einfluss auf die elektrische Leitfähigkeit des Körpers kann durch äussere Einwirkungen (physikalische) beeinflusst werden. Sie steigt z. B. mit zunehmender Luftfeuchtigkeit, mit steigender Temperatur, durch Benetzung mit Wasser und anderen Flüssigkeiten. Dabei spielt die Leitfähigkeit der benetzenden Flüssigkeit eine wesentliche Rolle. Diese Verhältnisse wirken sich hauptsächlich bei Unfällen in nassen Räumen aus (Badezimmer, Küchen, Keller, chemisch-technische Betriebe etc.).

Neben den erwähnten äusseren Einwirkungen wird die Hautfeuchtigkeit durch eine Unmenge „innerer" Vorgänge beeinflusst. Die Schweissabsonderung in den Schweissdrüsen ist die gemeinsame Wirkung aller dieser Vorgänge. Die Zusammenhänge scheinen dabei ziemlich verwickelt zu sein. Es wäre daher sehr zu begrüssen, wenn sich z. B. die vom Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (V. S. E.) ins Leben gerufene Aerztekommission gerade auch mit solchen Fragen befassen würde.

Nur andeutungsweise mögen hier einige Beobachtungen erwähnt werden. Die gezogenen Schlussfolgerungen stellen lediglich einen Erklärungsversuch dar. Ihre Beurteilung durch berufene medizinische Fachleute wäre nur zu begrüssen.

Schweissbildung tritt ein bei körperlichen Arbeiten, bei hoher Temperatur, besonders dann, wenn die Luftfeuchtigkeit gross ist. Auch Schrecken und Angst vermögen bei gewissen Personen Schweissbildung hervorzurufen. So sieht man, dass auch physiologische und psychologische Verhältnisse Einfluss haben können auf die Widerstandsgrösse.

Kommt ein Mensch mit spannungsführenden Teilen in Berührung, so ist der Strom, den er aufnimmt, von der berührten Spannung und seinem Widerstand abhängig. Gleichgültig, ob die Berührung absichtlich oder unabsichtlich geschieht, ist für den ersten Moment einzig sein „Anfangszustand", sagen wir sein „Anfangswiderstand" massgebend. Dieser Anfangswiderstand ist das Ergebnis der oben beschriebenen äusseren und inneren Einwirkungen. Vom Moment der Berührung an treten dann noch Wirkungen des Stromes ein, wiederum physiologische und psychologische. Zu den ersteren gehört die Einwirkung auf die Muskeln, welche mit zunehmender Stromstärke sich immer krampfhafter zusammenziehen. Das ist offenbar nichts anderes als eine (ungewollte) Anstrengung, welche ihrerseits zur Schweissbildung führt. Damit lässt sich sehr gut die Beobachtung erklären, dass

sowohl mit steigender Stromstärke, als auch mit länger dauernder Stromeinwirkung eine Widerstandsabnahme festgestellt werden kann. Als physiologische Einwirkung kann genannt werden die Reizwirkung auf die Nerven, welche bei Ueberraschung, Schrecken und Angst, vielleicht aber auch bei leichtem Prikkeln nicht unangenehme Gefühle hervorrufen kann. Je nach Charakter werden daher die psychologischen Wirkungen für die Widerstandsgrösse verschiedener Art sein. Dass auch die Aufmerksamkeit eine wichtige Rolle spielt, ist bekannt. Wenn die Ueberraschung dahinfällt, so bleiben auch meist Schrecken und Angst aus, wodurch auch weniger

Widerstand beim Stromdurchgang Hand-Hand. Elektroden ⌀ 20 mm. Trockene Hände; Elektroden fest umfasst. Tabelle III.

Obere Grenzkurve						Untere Grenzkurve					
Lf. No.	Spannung V	Strom mA	Widerstand Ω	Widerstand %	Strom je cm² Berührungsfläche mA	Lf. No.	Spannung V	Strom mA	Widerstand Ω	Widerstand %	Strom je cm² Berührungsfläche mA
1	5,8	0,5	11 500	100	0,0166	13	1,8	0,5	3 600	100	0,0166
2	10,4	1,0	10 400	89,8	0,0333	14	3,3	1,0	3 300	91,6	0,0333
3	14,5	1,5	9 650	83,3	0,0500	15	4,6	1,5	3 090	85,8	0,0500
4	18,3	2,0	9 150	79,0	0,0666	16	5,9	2,0	2 960	82,2	0,0666
5	25,1	3,0	8 350	72,1	0,100	17	8,3	3,0	2 780	77,2	0,100
6	31,2	4,0	7 800	67,3	0,1333	18	10,6	4,0	2 650	73,6	0,133
7	36,4	5,0	7 280	62,8	0,166	19	12,9	5,0	2 570	71,4	0,166
8	41,4	6,0	6 900	59,5	0,200	20	15,0	6,0	2 500	69,5	0,200
9	50,4	8,0	6 300	54,4	0,266	21	19,2	8,0	2 400	66,6	0,266
10	59,6	10,0	5 960	51,4	0,333	22	23,0	10,0	2 300	63,9	0,333
11	69,6	12,0	5 800	50,1	0,400	23	26,4	12,0	2 200	61,1	0,400
12	80,3	14,0	5 740	49,5	0,466	24	30,1	14,0	2 150	59,7	0,466

Widerstand beim Stromdurchgang Hand-Hand. Elektroden ⌀ 20 mm. Mit Brunnenwasser benetzte Hände; Elektroden fest umfasst. Tabelle IV.

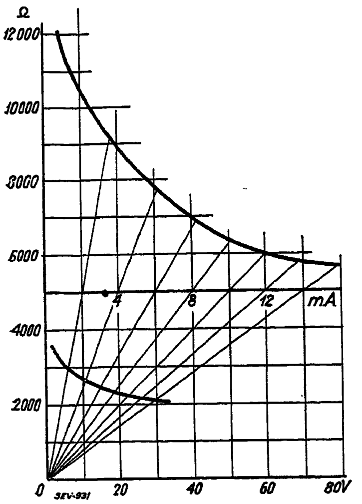
Obere Grenzkurve						Untere Grenzkurve					
Lf. No.	Spannung V	Strom mA	Widerstand Ω	Widerstand %	Strom je cm² Berührungsfläche mA	Lf. No.	Spannung V	Strom mA	Widerstand Ω	Widerstand %	Strom je cm² Berührungsfläche mA
25	3,8	0,5	7500	100	0,0166	37	1,4	0,5	2750	100	0,0166
26	6,7	1,0	6700	89,3	0,0333	38	2,6	1,0	2600	94,5	0,0333
27	9,3	1,5	6200	82,6	0,0500	39	3,7	1,5	2500	91,0	0,0500
28	11,6	2,0	5800	77,3	0,0666	40	4,8	2,0	2400	87,3	0,0666
29	15,7	3,0	5240	69,9	0,100	41	6,8	3,0	2250	81,8	0,100
30	19,4	4,0	4850	64,6	0,133	42	8,6	4,0	2150	78,2	0,133
31	22,7	5,0	4540	60,5	0,166	43	10,5	5,0	2100	76,4	0,166
32	25,5	6,0	4250	56,6	0,200	44	12,2	6,0	2030	73,8	0,200
33	30,6	8,0	3820	50,9	0,266	45	15,8	8,0	1970	71,6	0,266
34	35,0	10,0	3500	46,6	0,333	46	19,0	10,0	1900	69,1	0,333
35	39,6	12,0	3300	44,0	0,400	47	22,1	12,0	1840	66,9	0,400
36	44,6	14,0	3190	42,5	0,466	48	25,2	14,0	1800	65,4	0,466

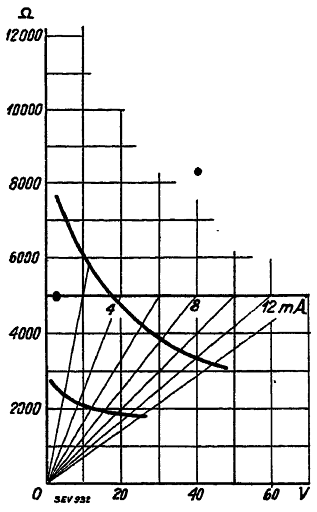
Schweissbildung und damit keine oder nur eine geringere Verschlimmerung des Anfangszustandes eintritt. Es sei hier wiederholt, dass bei den Versuchen zwischen jeder Messung eine Pause eingeschaltet wurde und zwar von mindestens $^1/_2$ Minute, bei grösseren Strömen entsprechend mehr, um dem Organismus der Versuchsperson wieder Zeit zur Erholung zu geben.

Ueber die quantitativen, d. h. die zahlenmässigen Verhältnisse beim Stromdurchgang Hand—Hand geben die Tabelle III und die Figuren 2 bis 4 Aufschluss.

Die in den Tabellen enthaltenen Zahlen bedeuten nicht die aufgenommenen Werte, sondern Punkte ausgeglichener Grenzkurven. Alle gemessenen Punkte liegen zwischen diesen Werten. Bei den Auswertungen ist der Spannungsabfall im Ampèremeter (Schaltungsschema Fig. 1) berücksichtigt worden.

Man sieht daraus, dass für anfangs „trockene" Hände und im Anfangszustand Widerstände von 12000 Ohm (ein Ausnahmefall bis 30000 Ohm) bis hinunter auf 3500 Ohm gemessen wurden. Der Begriff „trockene" Hand ist dabei allerdings ziemlich weit zu fassen, weil es eben Menschen gibt, die immer leicht feuchte Hände haben.





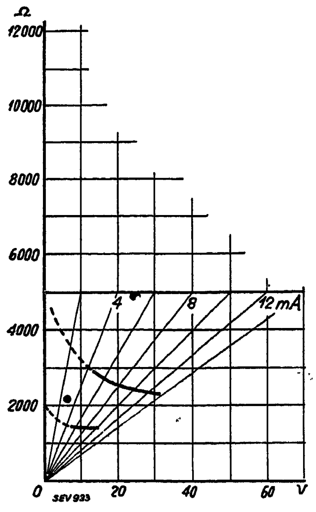


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

Verlauf des Widerstandes in Abhängigkeit der Spannung bei gleicher Berührungsart.
Stromdurchgang Hand-Hand. Zwei Elektroden von 20 mm Durchmesser fest umfasst.
Wechselstrom von 50 Per/sec.

Trockene Hände. Nasse Hände. Mit Sodalauge benetzte Hände.

Für die höchst ertragene Stromstärke von ca. 15 mA (das ist nach der Zusammenstellung Tabelle II die Stromstärke, bei der das Loslassen der Elektroden nicht mehr oder nur mit Anstrengung möglich ist) sinkt der Widerstand auf 5700 bis 2200 Ohm. Die physiologischen Wirkungen des Stromes sind dann aber schon

Widerstand beim Stromdurchgang Hand-Hand. Elektroden Φ 20 mm. Mit Sodalauge benetzte Hände. Elektroden fest umfasst. Tabelle V.

Obere Grenzkurve						Untere Grenzkurve					
Lf. No.	Spannung V	Strom mA	Widerstand Ω	Widerstand %	Strom je cm² Berührungsfläche mA	Lf. No.	Spannung V	Strom mA	Widerstand Ω	Widerstand %	Strom je cm² Berührungsfläche mA
49 [1])	2,25	0,5	4500	100	0,0166	55 [1])	0,96	0,5	1920	100	0,0166
50	12,0	4,0	3000	66,6	0,133	56	5,9	4,0	1470	76,5	0,133
51	14,3	5,0	2860	63,5	0,166	57	7,2	5,0	1450	75,5	0,166
52	16,3	6,0	2720	60,4	0,200	58	8,5	6,0	1420	74,0	0,200
53	20,2	8,0	2520	58,2	0,266	59	11,2	8,0	1400	73,0	0,266
54	24,0	10,0	2400	53,4	0,333	60	13,8	10,0	1380	72,0	0,333

[1]) Extrapolierte Punkte.

so gross, dass nicht mehr von trockenen Händen gesprochen werden darf. Selbst ausgesprochene Schwerarbeiter mit dicker, schwieliger Haut erhalten Schweissperlen an den Berührungsstellen.

Werden die Hände mit gewöhnlichem Brunnenwasser benetzt (gewaschene Hände), so misst man Widerstände Hand—Hand von anfangs 7500 Ohm bis 2800 Ohm, sinkend bis hinunter auf die Werte von 3200 bis 1800 Ohm bei 14 mA.

Wie aus der graphischen Darstellung Fig. 3 und der Tabelle IV ersichtlich ist, sind für die nassen Hände die Verschiedenheiten von Person zu Person wesentlich geringer als bei trockenen Händen.

Schliesslich wurde der Versuch mit Sodawasser ausgeführt, wobei eine abermalige Senkung des Widerstandes mit abermaliger Verminderung der Unterschiede festgestellt wurde (Tabelle V, Fig. 4).

Zu diesen Darstellungen ist zu bemerken, dass die wirklich an Personen gemessenen Kurven wohl im allgemeinen den Charakter der Grenzkurven aufweisen. Jedoch verlaufen diese Kurven nicht streng parallel. Auch gehört z. B. die oberste Kurve für feuchte Hände einer Person nicht zur obersten Kurve für trockene Hände derselben Person. Es kann z. B. die Kurve einer Person bei „trockenen" Händen im mittleren Bereich, für nasse Hände aber z. B. fast an der oberen Grenzkurve liegen.

Wie den Kurven zu entnehmen ist, können schon bei ganz niedrigen Spannungen (unter 20 V) Ströme auftreten, die eine ernste Gefahr darstellen.

Erwähnt sei noch ein Messergebnis, das leider nicht reproduziert werden konnte. Eine Versuchsperson hat bei ihrer überhaupt erstmaligen Elektrisierung (mit einer Spannung von nur 3,5 V) wohl infolge der Angst vor dem vollständig Neuen einen Widerstand von kaum 1000 Ohm gehabt. Nachdem diese Person dann mit dem beim Elek-

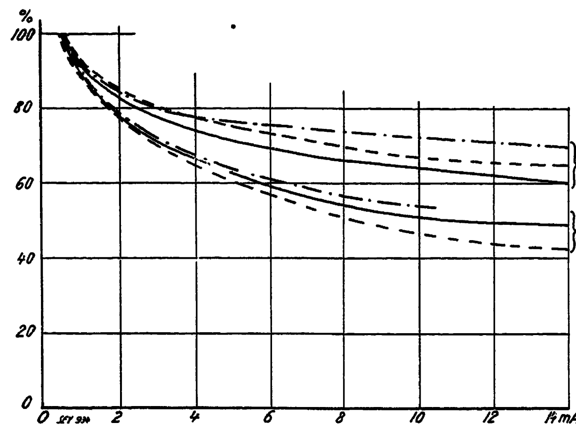


Fig. 5.
Verlauf des Widerstandes bei steigender Stromstärke. Anfangswiderstand = 100%.
I Von Natur relativ feuchte Hände.
II Von Natur relativ trockene Hände.
Ausgezogene Linien gelten für trockene Hände.
Gestrichelte Linien gelten für nasse Hände.
Strichpunktierte Linien gelten für mit Sodawasser benetzte Hände.

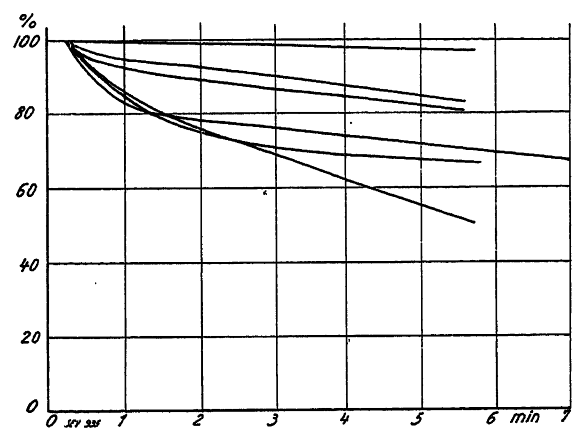


Fig. 6.
Verlauf des Widerstandes mit der Zeit, bei konstanter Spannung. Anfangswiderstand = 100%.

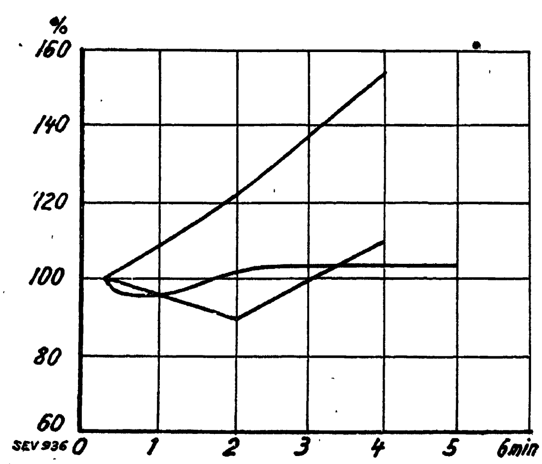


Fig. 7.
Verlauf des Widerstandes mit der Zeit, bei konstanter Spannung in einzelnen speziellen, unerklärlichen Fällen (psychologische Einflüsse?). Anfangswiderstand = 100%.

trisieren auftretenden Gefühl vertraut geworden war, stieg der Widerstand innerhalb die durch die anderen Versuche festgelegten Grenzen.

In Fig. 5 sind die prozentualen Widerstandsänderungen aufgetragen und zwar so, dass der Anfangswiderstand = 100 % gesetzt wurde. Es zeigt sich, dass der Widerstand mit steigender Stromstärke für relativ feuchte Hände auf ca. 60 %, für relativ trockene Hände auf ca. 50 % des Anfangswertes sinkt. Für gewaschene Hände sind die entsprechenden Werte 65 % und 42 % und für mit Sodalauge benetzte Hände rund 70 % und 50 %.

Aehnlich wie die Steigerung der Stromstärke wirkt auch die Verlängerung der Stromeinwirkung. Man kann sich das vielleicht so erklären, dass schon eine mässige Elektrisierung für die Muskeln eine lokal konzentrierte Arbeit bedeutet, die eine lokale Schweissbildung auslöst und dadurch eine Widerstandsabnahme herbeiführt. Es scheint eine leichte Elektrisierung von langer Dauer auf den Widerstand denselben Einfluss zu haben wie eine starke Elektrisierung von kürzerer Dauer.

Fig. 6 zeigt einige aufgenommene Kurven. Jedoch sind dabei keine Gesetzmässigkeiten zu Tage getreten und die in Fig. 7 eingetragenen Kurven zeigen, dass Einzellfälle in krassem Widerspruch zu dem in Fig. 6 dargestellten Verlauf stehen. Die Vermutung, dass Müdigkeit und körperliche Frische und der Wille entscheidenden Einfluss haben, müsste vorerst noch durch Versuche, die diese Umstände besonders berücksichtigen, bestätigt werden.

Die Versuche wurden sodann noch ausgedehnt auf den Stromdurchgang von Fuss zu Fuss und von den Füssen zu einer Hand. Die von den Versuchspersonen geäusserten Empfindungen sind analog denjenigen beim Stromdurchgang Hand – Hand Die Empfindlichkeit ist nur unwesentlich kleiner. Hier treten nun aber neue Teilwiderstände hinzu, bestehend im Schuhwerk, den Einlagesohlen und den Socken, wobei diese Widerstände im Vergleich zu den Körperwiderständen teils verschwindend klein, teils überwiegend gross sein können. Rohgummisohlen, trockene Einlagesohlen aus Stroh und Kork isolieren bei den zur Anwendung gekommenen Spannungen vollkommen. Je nach dem Zustand der Schuhe (Feuchtigkeit und Benagelung) erhält man Gesamtwiderstände Fuss – Fuss von 1300 Ohm bis ∞. Aus den gleichen Gründen sind die zwischen Füssen und Hand gemessenen Widerstände sehr verschieden. Die Werte liegen zwischen 2000 Ohm und ∞.

Ein recht interessanter Fall war folgender: Die Versuchsperson wies an der rechten Hand ungefähr einen doppelt so hohen Widerstand (6000 Ohm) auf, als an der linken (kaum 3000 Ohm). Diese Person war also links viel empfindlicher und gefährdeter als rechts. Es mag dies eine Erscheinung sein, die mit der Gewöhnung, alles vorwiegend mit der rechten Hand zu tun, zusammenhängt, so dass die rechte Hand eine derbere Haut erhält als die linke.

Der Vollständigkeit halber mögen nun noch einige Einzelergebnisse gemäss Fig. 8 (A), Fig. 9 (F), Fig. 10 (R) und Fig. 11 (X) erwähnt werden. Eine Besprechung derselben dürfte sich nach dem Vorstehenden erübrigen.

Ferner wurden noch einige Versuche durchgeführt zur Ermittlung der Widerstandsabhängigkeit von der Grösse der Berührungsfläche, beziehungsweise von der spez. Stromdichte. Zu diesem Zwecke wurden von den Versuchspersonen Elektroden von verschiedenem Durchmesser angefasst und überdies Berührungen mit kleineren Flächen (einzelne Finger) untersucht. Einige der gemessenen Werte sind in der Tabelle VI eingetragen. Die Berührungsfläche wurde gemessen, indem die Elektroden vor dem Anfassen eingeschwärzt und dann in der Hand die eingeschwärzten Stellen gemessen wurden. Da die Berührung jedoch nie genau gleich ist, entstehen immer kleine Unterschiede, welche sich in scheinbaren Unterschieden des spezifischen Widerstandes spiegeln. Bei richtiger Ausmessung der Flächen sollten sich für eine Person ungefähr gleiche Widerstände pro 1 cm^2 ergeben. Die Abweichungen rühren auch davon her, dass der Widerstand von Körperstelle zu Körperstelle etwas ändert (z. B. harte Haut an Fingerbeeren, weiche Haut bei den Fingergelenken).

Offenbar darf man bei gleich grosser Stromdichte und gleichem Hautzustand den Widerstand als umgekehrt proportional der Berührungsfläche annehmen. Nimmt

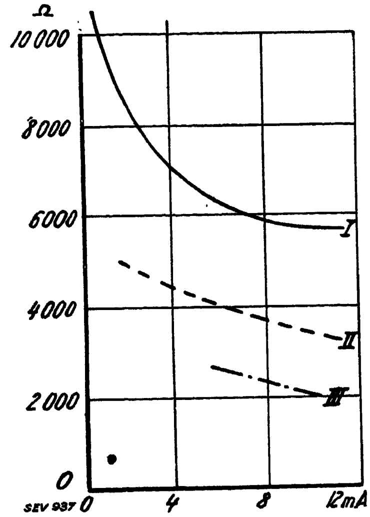


Fig. 8.

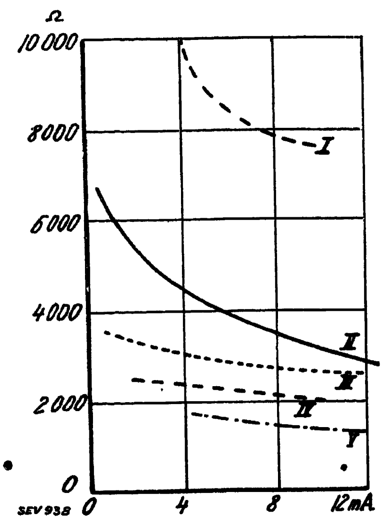


Fig. 9.

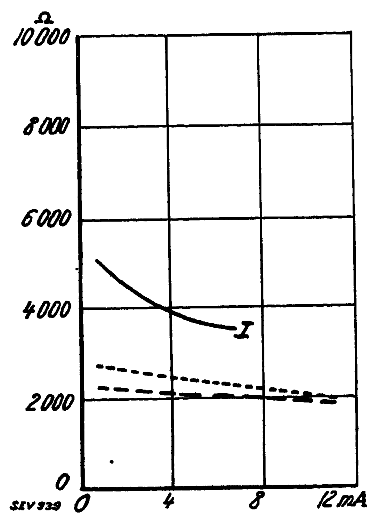


Fig. 10.

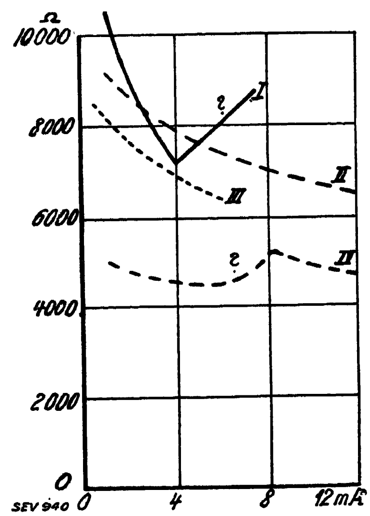


Fig. 11.

Charakteristische Kurven. Messergebnisse an einzelnen Versuchspersonen.

Fig. 8.
Versuchsperson *A*.
I Hand-Hand, trocken
II Hand-Hand, nass
III Hand-Hand, Soda

Fig. 9.
Versuchsperson *F*.
I Fuss-Fuss, nasse Schuhe
II Hand-Hand, trocken
III Füsse in nassen Schuhen, + eine trockene Hand
IV Hand-Hand, nass
V Hand-Hand, Soda

Fig. 10.
Versuchsperson *R*.
I Hand-Hand, trocken
II Füsse in nassen Schuhen + eine trockene Hand
III Fuss-Fuss, nasse Schuhe

Fig. 11.
Versuchsperson *X*.
I Hand-Hand, trocken
II Fuss-Fuss, nasse Schuhe
III Füsse, nasse Schuhe + rechte Hand, trocken
IV Füsse, nasse Schuhe + linke Hand, trock.

man weiter an, dass die gemessenen Körperwiderstände Hand-Hand sich aus zwei gleich grossen Einzelwiderständen zusammensetzen, was für die Mehrzahl der Le-

gültig ist, so kann man aus den Messungen schliessen, dass 1 cm² Haut einen Widerstand von ca.

$$30 \times \frac{1500}{2} = 22500 \text{ Ohm bis ca. } 30 \times \frac{12000}{2} = 180000 \text{ Ohm}$$

aufweist.

Widerstand beim Stromdurchgang Hand-Haud; trockene Hände.
Berührungsfläche mit Elektrode verschieden gross, jedoch an beiden Händen jeweilen gleich gross.

Tabelle VI.

Lf. No.	Versuchsperson	Elektrodendurchmesser mm	Berührungsart	Spannung V	Strom mA	Widerstand Ω	Berührungsfläche cm² (ca.)	Körper-Widerstand je cm² Ω	Einfach. Haut-Widerstand je cm² Ω	Strom je cm² Fläche mA
61	F	9	Beide Hände, fest	35,0	8,0	4 375	18	78 700	39 350	0,445
62		9	„ „ „	42,0	9,0	4 670	18	84 000	42 000	0,500
63		20	B. H., je 3 Fingerspitzen	44,0	3,0	14 700	5,5	80 800	40 400	0,545
64		20	Beide Hände, Handballen	44,0	1,9	23 400	3,2	75 000	37 500	0,593
65		20	Eine Hand, je 1 Finger	45,0	0,4	112 000	~ 0,75	~ 84 000	~ 42 000	0,533
66		20	Beide Hände, fest	34,0	11,6	2 940	30,0	88 200	44 100	0,386
67	O	20	„ „ „	34,0	9,35	3 640	30,0	109 000	54 500	0,312
68		9	„ „ „	34,0	4,35	7 820	14,0	109 200	54 600	0,276
69		9	„ „ „	39,5	5,86	6 730	14,0	94 200	47 100	0,418
70		9	„ „ „	35,9	5,27	6 810	14,0	95 300	47 650	0,376
71		9	„ „ „	27,4	3,93	6 970	14,0	97 300	48 650	0,286

Es lässt sich so für eine Berührung der Widerstand zum voraus abschätzen, indem der Gesamtwiderstand

$$\text{zwischen } R = \frac{22500}{f_1} + \frac{22500}{f_2} = \frac{(f_2 + f_1) \times 22500}{f_1 \times f_2}$$

$$\text{und } R = \frac{180000}{f_1} + \frac{180000}{f_2} = \frac{(f_2 + f_1) \times 180000}{f_1 \times f_2}$$

liegen wird, wobei f_1 und f_2 die Berührungsflächen in cm² bedeuten.

Gewisse Unfälle, bei denen das Opfer z. B. mit Werkzeug einen kräftigen Druck ausübte (Linienzange), lassen endlich noch die Vermutung aufkommen, dass der Berührungsdruck für den Unfallverlauf von Belang sei. Hiezu ist zu sagen, dass durch Erhöhung der Pressung in erster Linie eine Vergrösserung der Berührungsfläche erzeugt wird, weil die vielen Unebenheiten der Haut verflacht werden. Ob darüber hinaus eine Veränderung des Hautwiderstandes eintritt, ist durch eine Versuchsreihe abzuklären versucht worden. Fig. 12 zeigt zwei Kurven, welche mit zunehmender Pressung eine Widerstandsabnahme zeigen. Jedoch ergab sich bei andern Versuchen keine Gesetzmässigkeit, so dass noch nicht von einem sichern Ergebnis gesprochen werden darf.

5. *Versuche mit Gleichstrom.*

Die Gefühle sind bei Gleichstrom-Elektrisierung wesentlich verschieden von denjenigen bei Wechselstrom. Beim Anfassen und Loslassen der Elektroden ist ein „Schlag“ verspürbar. Nachher konzentriert sich die gesamte Wirkung auf die Berührungsstellen. Die Versuchsperson hat das Gefühl einer lokalen Erhitzung. Die Gleichstrom-Elektrisierung lässt sich nur kuze Zeit ertragen, da sie recht unangenehm ist.

Die Messungen ergaben die in Tabelle VII zusammengestellten Ergebnisse für den Stromdurchgang Hand-Hand. Eine Stromstärke von 10 bis 12 m/A ist schon sehr unangenehm und muss als Grenze des Erträglichen angesprochen werden.

Fig. 13 zeigt die obigen Zahlen in graphischer Darstellung. Die Verhältnisse sind etwas verändert gegenüber Wechselstrom; indessen stimmen die Widerstände

im grossen und ganzen mit den mit Wechselstrom gemessenen Werten überein, wenn man die Berührungsflächen berücksichtigt.

Hat beispielsweise eine Person bei je 16 cm² Berührungsfläche einen Widerstand von 10000 Ohm und wird sie dabei von einem Strom von 5,5 mA durchflossen, so wäre der Widerstand bei 30 cm² Berührungsfläche $\frac{10000 \times 16}{30} = 5330$ Ohm, wiederum bei 5,5 mA Strom.

6. *Schlussfolgerungen.*

Nachdem durch die Besprechung obiger Versuchsergebnisse ein ungefährer Ueberblick über die Widerstandsverhältnisse des menschlichen Körpers gewonnen worden ist, lassen sich einige Schlüsse auf die Grenzen ziehen, von denen an die Spannung „gefährlich" ist. Man sieht, dass Körperwiderstände Hand-Hand oder Hand-Fuss von 2000 Ohm nichts seltenes sind, dass aber unter besonders ungünstigen Verhältnissen, z. B. in chemischen Betrieben oder auch nur bei Reinigungsarbeiten im gewöhnlichen Haushalt, welche mit Sodalauge ausgeführt werden, Körperwiderstände bis auf 1500 Ohm herab auftreten. Man weiss nun auch, dass eine Stromstärke von 15 mA das Loslassen verunmöglicht und erhält somit als gefährliche Spannung für den empfindlichsten Menschen und unter den ungünstigsten Umständen beim Stromdurchgang Hand-Hand für trockene Hände 2000 × 0,015 = 30 V und für nasse Hände 1500 × 0,015 = 22,5 V.

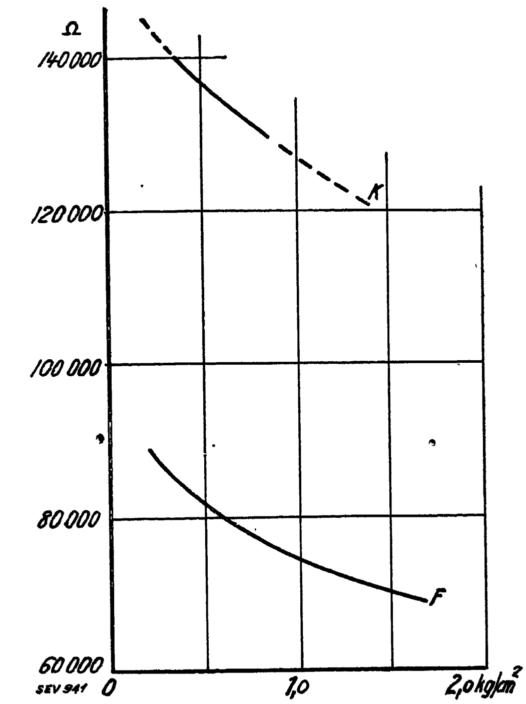


Fig. 12.
Verlauf des Widerstandes pro 1 cm² der Berührungsfläche in Funktion der Pressung an der Berührungsfläche bei zwei Versuchspersonen K und F.

Elektrisierung mit Gleichstrom.
Widerstand beim Stromdurchgang Hand-Hand. Elektroden Φ 9 mm.
(Berührungsfläche je ca. 16 cm².) Trockene Hände.

Tabelle VII.

Obere Grenzkurve						Untere Grenzkurve					
Lf. No.	Spannung V	Strom mA	Widerstand Ω	Widerstand %	Strom je cm² Berührungsfläche mA	Lf. No.	Spannung V	Strom mA	Widerstand Ω	Widerstand %	Strom je cm² Berührungsfläche mA
72	20,0	0,5	40 000	100	0,0312	84	4,8	0,5	9600	100	0,0312
73	35,6	1,0	35 600	89,0	0,0625	85	9,0	1,0	9000	93,7	0,0625
74	47,4	1,5	31 600	79,0	0,0937	86	12,6	1,5	8400	87,5	0,0937
75	55,2	2,0	27 600	69,0	0,125	87	16,0	2,0	8000	83,3	0,125
76	63,5	3,0	21 200	53,0	0,188	88	22,2	3,0	7400	77,0	0,188
77	68,8	4,0	17 200	43,0	0,250	89	26,8	4,0	6700	69,8	0,250
78	73,9	5,0	14 800	37,0	0,312	90	31,0	5,0	6200	64,5	0,312
79	79,1	6,0	13 200	33,0	0,374	91	34,2	6,0	5700	59,4	0,374
80	86,3	8,0	10 800	27,0	0,500	92	39,2	8,0	4900	51,0	0,500
81	90,0	10,0	9 000	22,5	0,625	93	43,0	10,0	4300	44,8	0,625
82	94,7	12,0	7 900	19,8	0,750	94	46,7	12,0	3900	40,6	0,750
83	100,7	14,0	7 200	18,0	0,875	95	51,8	14,0	3700	38,5	0,875

Dies gilt aber nur unter der Voraussetzung von verhältnismässig kleinen Berührungsflächen (ca. 2×30 cm²). Eine im Bade befindliche Person ist natürlich noch stärker gefährdet. Rechnet man mit 15000 cm² (1,5 m²) für den vom Bad benetzten Körper und 30 cm² für die Hand, welche einen spannungsführenden Hahn oder Lampenfuss umfasst, so erhält man einen Körperwiderstand von

$$R = \frac{22500}{15000} + \frac{22500}{30} = 1{,}5 + 750 \sim 752 \text{ Ohm.}$$

Die gefährliche Spannung wird in diesem Falle nur noch $752 \times 0{,}015 = 11{,}3$ V betragen.

Wollte man anderseits eine analoge Ueberlegung für ganz kleine Berührungsflächen ausführen, so sieht man bald ein, dass dies unzulässig ist. Hat 1 cm² Haut einen Widerstand von 30000 Ohm, so hat 1 mm² einen solchen von 3 Millionen Ohm. Eine Person, die also eine 45000 V-Leitung mit einer Nadel berührte, erhielte nach dieser Rechnung nur einen Strom von $45000 : 3000000 = 0{,}015$ A. Das ist natürlich ein Trugschluss.

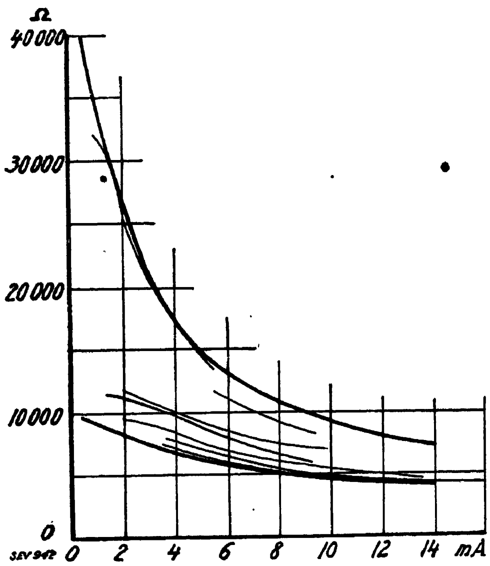


Fig. 13.
Elektrisierung mit Gleichstrom.
Verlauf des Widerstandes Hand-Hand bei verschiedenen Versuchspersonen in Funktion der Stromstärke. Elektroden von 9 mm Durchmesser fest umfasst. Die dick ausgezogenen Kurven sind die Grenzkurven.

Schon diese einfache Gegenüberstellung deutet daraufhin, dass nicht nur die Stromstärke als solche, sondern auch die spez. Stromstärke von ausschlaggebender Bedeutung ist. Eine Stromstärke von 15 mA pro mm² bewirkt eben tiefgreifende physikalische und chemische Veränderungen in der Haut, so dass eine andere und zwar viel grössere Leitfähigkeit entsteht. Bei den vorgenommenen Versuchen ist man natürlich noch weit von den Grenzen entfernt geblieben, wo solche Veränderungen, die gewöhnlich als Verbrennungen bezeichnet werden, eintreten, so dass quantitative Schlüsse in dieser Richtung unzulässig sind. Solche Verhältnisse müssten durch besondere Versuche am toten Körper oder am Tier näher untersucht werden. Wahrscheinlich aber liegen die Grenzen in dieser Richtung gar nicht besonders hoch und sie sind nicht erst im Bereich der Hochspannung zu suchen. Denn schon bei Unfällen mit z. B. 220 V sind sogenannte Strommarken, also physikalische Veränderungen der Haut festgestellt worden.

Weitere Schlüsse sollen aus den Versuchen vorläufig nicht gezogen werden, mit Rücksicht darauf, dass hoffentlich recht bald die Bearbeitung und Abklärung des vorliegenden Fragenkomplexes auf breiterer Basis von der seit einiger Zeit bestehenden „Aerztekommission des V. S. E. zum Studium von Starkstromunfällen" in Verbindung mit dem Starkstrom-Inspektorat und den Technischen Prüfanstalten des S. E. V. an die Hand genommen werden wird. Es sei hier nur noch auf einige Punkte hingewiesen, die ebenfalls einer Abklärung bedürfen.

1. Einfluss der Frequenz auf den Widerstand und das Verhalten beim Stromdurchgang.
2. Einfluss der Ermüdung.
3. Einfluss der Tageszeiten (als Spezialfall von Punkt 2 aufzufassen).
4. Einflüsse der Ernährung und des Genusses von Flüssigkeiten, besonders von alkoholhaltigen Getränken.

5. Einfluss des Alters (wichtig wegen Gefährdung von Kindern und Kleinkindern z. B. durch elektr. Spielzeug).
6. Einfluss der Verletzungen.

Das Gebiet ist so vielseitig, dass es schwer halten dürfte, nach allen Richtungen erschöpfende Untersuchungen anzustellen. Eine möglichst genaue Erfassung und Nachprüfung der Unfälle der Praxis könnte unter Umständen eine wertvolle Ergänzung der Versuche darstellen. Erst wenn die Messergebnisse durch eine grosse Menge von Daten, wie sie nur eine Statistik zu liefern imstande ist, bestätigt sind, dürfen Versuchsergebnisse verallgemeinert werden. Eine Abklärung ist aber unbedingt notwendig, weil die heute in den Bundesvorschriften und den Vorschriften des S. E. V. enthaltenen bezw. einzelnen ihrer Bestimmungen zu Grunde gelegten oberen Grenzen der angeblichen Ungefährlichkeit der Spannung im Vergleich zum Resultat obiger Versuche sehr hoch angesetzt erscheinen. Sie ist für die Elektrizitätswerke auch darum eine dringende Notwendigkeit, weil die heute noch viel zu summarische Ansetzung der Gefährlichkeitsgrenze die Verschiedenartigkeit der Vorgänge beim Stromdurchgang durch den menschlichen Körper und ihre Begleitumstände unberücksichtigt lässt und dadurch Personal, das die Vorschriften zwar kennt, aber nicht über ausreichende elektrotechnische Kenntnisse verfügt oder ungenügend instruiert ist, direkt zur Unvorsichtigkeit sich selber und Dritten gegenüber verleiten kann.

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Aus Geschäftsberichten bedeutenderer schweizerischer Elektrizitätswerke.

Elektrizitätswerk Olten-Aarburg, für die Periode vom 1. April 1928 bis 31. Mai 1929.

Mit Ausnahme des letzten Quartals war die Wasserführung im Berichtsjahre eine günstige. Es konnten 306,8 Millionen kWh nutzbar gemacht werden, wovon 42,7 auf Ruppoldingen, der Rest auf Gösgen entfallen.

	Fr.
Die aus dem Verkauf der Energie erzielte Bruttoeinnahme betrug	5 423 446
Diverse andere Einnahmen und Aktivzinsen beliefen sich auf	245 782
die Obligationenzinsen betrugen	1 420 000
die Steuern u. Konzessionsgebühren	643 731
die übrigen Geschäftsunkosten	1 128 515
Zu Abschreibungen und Rückstellungen wurden verwendet	1 164 452
Die Aktionäre erhalten (8 %)	1 200 000
Der Verwaltungsrat	69 253

Auf Ende März ist das Aktienkapital um 5 Millionen erhöht worden zwecks Rückzahlung der siebenprozentigen Obligationenanleihe im Betrage von 6 Millionen.

Die Gesamtanlagen, inkl. Wohnhäuser und Verwaltungsgebäude, ohne Betriebsmaterialien, stehen mit 39,0 Millionen zu Buche, die Effekten und Beteiligungen (Gesellschaft des Aare- und Emmenkanals, Schweiz. Kraftübertragung) mit 1,3 Millionen.

Das Aktienkapital beträgt nun 20 Millionen, das Obligationenkapital ebenso viel.

—

Kraftwerke Brusio A.-G. Poschiavo, pro 1928.

Dank der neuen Anlagen in Cavaglia und Palü konnte die Energieproduktion bedeutend erhöht und der Absatz gegenüber dem Vorjahre um mehr als 20 % gesteigert werden.

	Fr.
Die Einnahmen betrugen	3 145 813
Die Ausgaben betrugen:	
für Passivzinsen	567 833
für Konzessionsgebühren und fiskalische Lasten	358 621
für Versicherungen und Diverses	200 082
für Unterhalt, Reparaturen und Betriebsmaterial	295 743
für Verwaltung, Direktion u. Personal	374 449
zu Abschreibungen wurden verwendet	750 000
an Dividenden (7%) an Prioritäts- und an Stammaktien	525 000

Das Aktienkapital beträgt 7,5 Millionen, die Obligationenschuld 11 Millionen.

—

Elektrizitätswerk der Stadt Schaffhausen, pro 1928.

Die erzeugte und bezogene Energiemenge hat 40,03 Millionen kWh betragen. Davon sind 15,01 Mill. Eigenproduktion und 25,02 Mill. kWh Fremdenergiebezug, wovon 20,53 an die Stahlwerke Fischer abgegeben wurden und 4,49 Mill. zur Deckung des Energiebedarfes dienten.

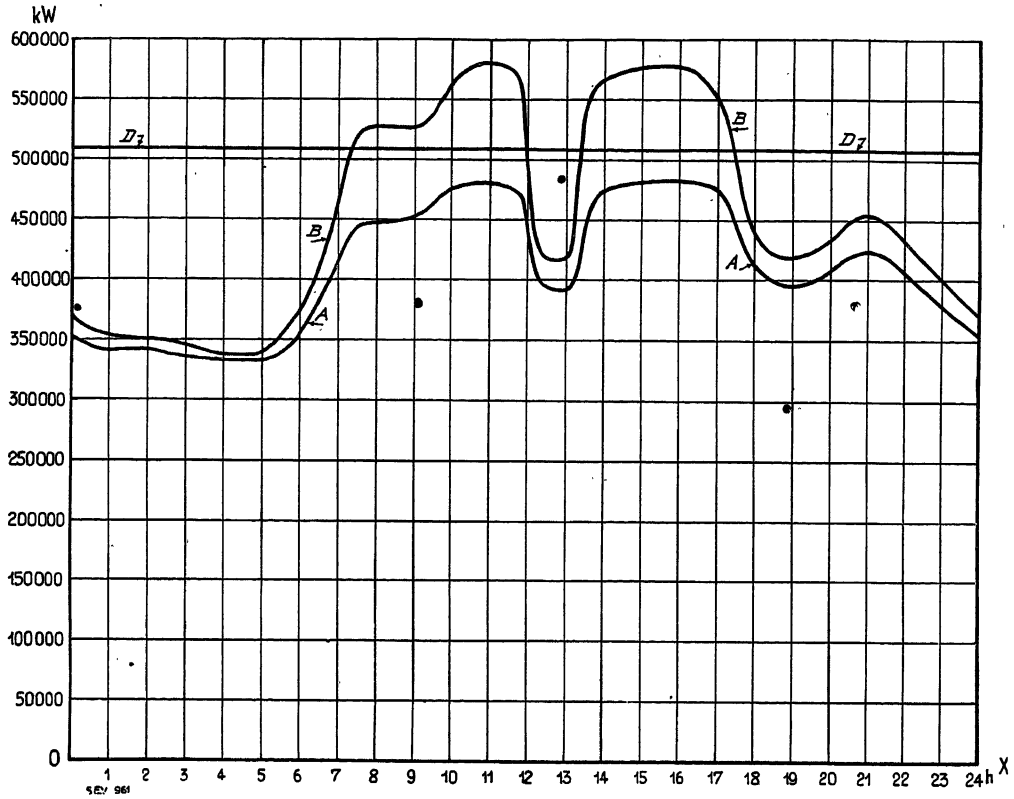
Der Anschlusswert aller Verbrauchsapparate betrug Ende 1928 im Kraftnetz 16 593 kW, im Lichtnetz 7195 kW. Die maximale Belastung der eigenen Maschinen betrug 4300 kW, der maximale Kraftbezug aus dem Kantonswerk 6900 kW.

	Fr.
Die *Einnahmen* aus Stromverkauf u. Mieten betrugen	1 499 130
Die Reineinnahmen aus dem Installationsgeschäft	10 000
Die Einnahmen aus Wertschriften	52 608
Total	1 561 738
Die *Ausgaben* betrugen für:	
Verwaltung, Betrieb und Unterhalt	498 834
Uebertrag	498 834

Statistik des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke über die Energieproduktion.
Statistique de l'Union de Centrales Suisses concernant la production d'énergie.

[Umfassend die Elektrizitätswerke, welche in eigenen Erzeugungsanlagen über mehr als 1000 kW verfügen, d. h. ca. 97% der Gesamtproduktion[1])].
Comprenant toutes les entreprises de distribution d'énergie disposant dans leurs usines génératrices de plus de 1000 kW, c. à d. env. 97% de la production totale[2])].

Verlauf der wirklichen Gesamtbelastungen am 15. Mai 1929.
Diagramme journalier de la production totale le 15 mai 1929.



Leistung der Flusskraftwerke . . . . = $OX \div A$ = Puissance utilisée dans les usines au fil de l'eau.
Leistung der Saisonspeicherwerke . . . . = $A \div B$ = Puissance utilisée dans les usines à réservoir saisonnier.
Leistung der kalorischen Anlagen und Energieeinfuhr . = $B \div C$ = Puissance produite par les installations thermiques et importée.
Verfügbare Leistung der Flusskraftwerke (Tagesmittel) = $OX \div D$ = Puissance disponible (moyenne journalière) des usines au fil de l'eau.

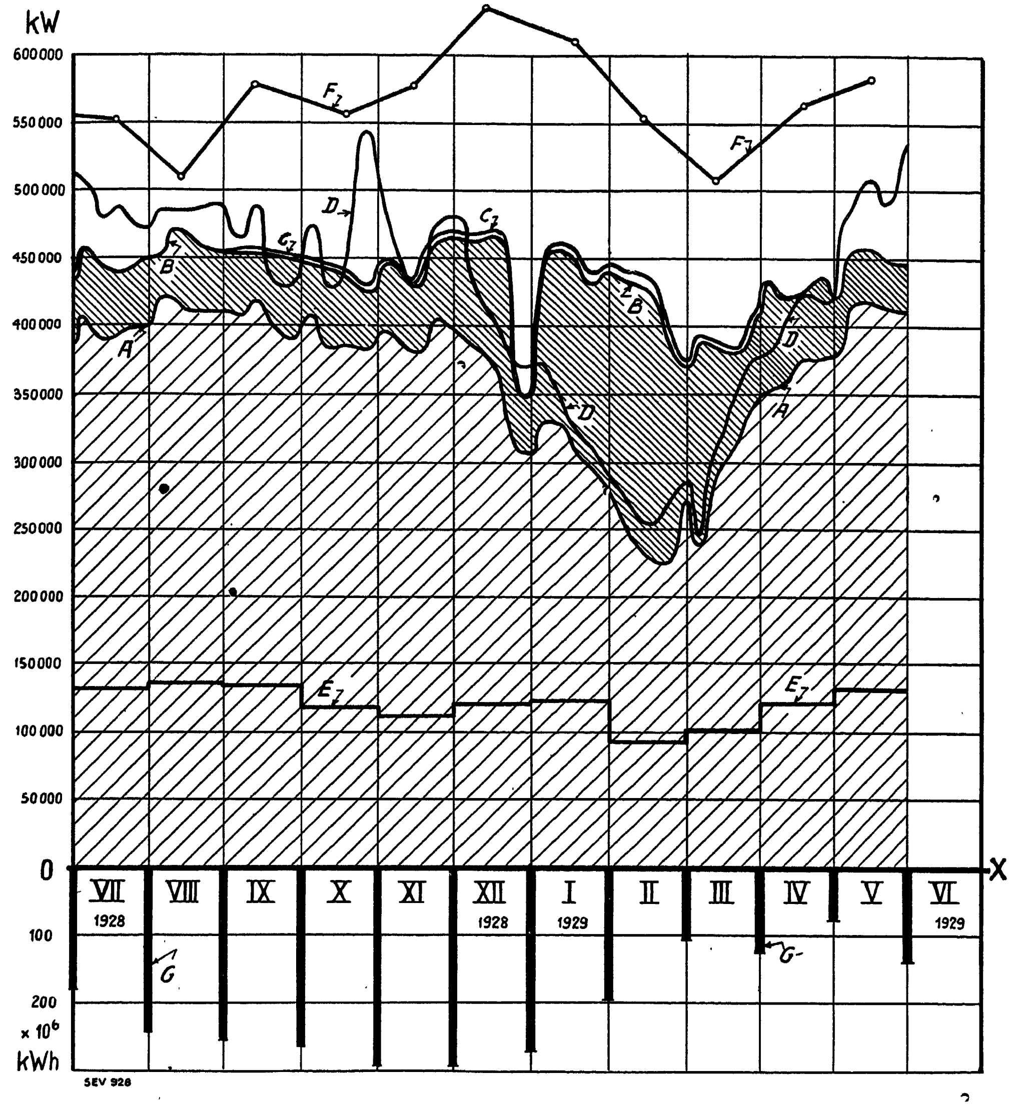
Im Monat Mai 1929 wurden erzeugt:		*En mai 1929 on a produit:*
In Flusskraftwerken	277,1 × 10⁶ kWh	dans les usines au fil de l'eau,
In Saisonspeicherwerken	22,2 × 10⁶ kWh	dans les usines à réservoir saisonnier,
In kalorischen Anlagen im Inland	— × 10⁶ kWh	dans les installations thermiques suisses,
In ausländischen Anlagen (Wiedereinfuhr)	— × 10⁶ kWh	dans des installations de l'étranger (réimportation)
Total	299,3 × 10⁶ kWh	au total.

Die erzeugte Energie wurde angenähert wie folgt verwendet:			*L'énergie produite a été utilisée approximativement comme suit:*
Allgem. Zwecke (Licht, Kraft, Wärme im Haushalt, Gewerbe und Industrie).	ca.	132,1 × 10⁶ kWh	pour usage général (éclairage, force et applications thermiques dans les ménages, les métiers et les industries),
Bahnbetriebe	ca.	15,0 × 10⁶ kWh	pour les services de traction,
Chemische, metallurg. und therm. Spezialbetriebe	ca.	55,5 × 10⁶ kWh	pour chimie, métallurgie et électrothermie,
Ausfuhr	ca.	96,7 × 10⁶ kWh	pour l'exportation,
Total	ca.	299,3 × 10⁶ kWh	au total.

Davon sind in der Schweiz zu Abfallpreisen abgegeben worden: 26,3 × 10⁶ kWh ont été cédées à des prix de rebut en Suisse

[1]) Nicht inbegriffen sind die Kraftwerke der Schweiz. Bundesbahnen und der industriellen Unternehmungen, welche die Energie nur für den Eigenbedarf erzeugen.
[2]) Ne sont pas comprises les usines des Chemins de Fer Fédéraux et des industriels produisant l'énergie pour leur propre compte.

Verlauf der zur Verfügung gestandenen und der beanspruchten Gesamtleistungen.
Diagramme représentant le total des puissances disponibles et des puissances utilisées.



Die Kurven *A, B, C* und *D* stellen die Tagesmittel aller Mittwoche, die Kurve *E* Monatsmittel dar.

Die Wochenerzeugung erreicht den 6,40 bis 6,43 fachen Wert der Mittwocherzeugung. Das Mittel dieser Verhältniszahl ergibt sich zu 6,42.

Les lignes *A, B, C, D* représentent les moyennes journalières de tous les mercredis, la ligne *E* la moyenne mensuelle.

La production hebdomadaire est de 6,40 à 6,43 fois plus grande que celle des mercredis. La valeur moyenne de ce coefficient est de 6,42.

In Flusskraftwerken ausgenützte Leistung	= *OX÷A*	=	Puissance utilisée dans les usines au fil de l'eau.
In Saisonspeicherwerken erzeugte Leistung	= *A÷B*	=	Puissance produite dans les usines à réservoir saisonnier
Kalorisch erzeugte Leistung und Einfuhr aus ausländischen Kraftwerken	= *B÷C*	=	Puissance importée ou produite par les usines thermiques suisses.
Auf Grund des Wasserzuflusses in den Flusskraftwerken verfügbar gewesene Leistung	= *OX÷D*	=	Puissance disponible dans les usines au fil de l'eau.
Durch den Export absorbierte Leistung	= *OX÷E*	=	Puissance utilisée pour l'exportation.
An den der Mitte des Monates zunächst gelegenen Mittwochen aufgetretene Höchstleistungen	= *OX÷F*	=	Puissances maximums les mercredis les plus proches du 15 de chaque mois.
Anzahl der am Ende jeden Monats in den Saisonspeicherbecken vorrätig gewesenen Kilowattstunden	= *OX÷G*	=	Quantités d'énergie disponibles dans les réservoirs saisonniers à la fin de chaque mois.

	Fr.
Uebertrag	498 834
Verzinsung des Baukapitals . . .	80 988
Fremdstrombezug (Eigenbedarfsquote)	223 808
Abschreibungen und Einlagen in den Erneuerungsfonds und in den Pensionskassefonds	558 108
Abgabe in die Stadtkasse	200 000
Total	1 561 738

Die Gesamtheit der Anlagen hat Fr. 6 917 160 gekostet. Die Schuld des Elektrizitätswerkes an die Gemeinde beträgt Ende 1928 noch Franken 1 538 848.

—

Service Electrique de La Chaux-de-Fonds, sur l'année 1928.

	kWh
L'énergie produite dans les usines hydrauliques de Combe-Garot et des Mayots a été de	5 268 436
celle achetée à l'Electricité Neuchâteloise de	4 374 450
celle produite par les moteurs thermiques de	37 790
total	9 680 676

soit environ 5 % de plus que l'année précédente. La puissance maximum débitée a été de 3375 kW.

	fr.
Les recettes provenant de la vente de l'énergie et de la location des compteurs plus quelques autres recettes d'importance secondaire se sont montées à	1 988 715
Le bénéfice réalisé par le service des installations et les ventes a été de	22 053
Total	2 010 768

	Fr.
Les frais d'administration, d'exploitation et d'entretien ont été de . .	757 986
Les intérêts des capitaux investis (moins intérêts actifs) ont été de	114 004
Les amortissements divers et versements au fonds de compensation se sont montés à	638 778
Le bénéfice net versé dans la caisse municipale à	500 000

Les dépenses totales par la commune pour son service électrique atteignent fin 1928 francs 7 932 944. Dans les livres ces installations figurent encore pour fr. 2 038 385.

—

Service de l'Electricité de la ville de Neuchâtel, sur l'année 1928.

La quantité d'énergie distribuée a été de 15 095 766 kWh en augmentation de 3 % sur l'année précédente. De cette énergie 13,8 millions provenaient des usines hydrauliques de la ville, 15 900 kWh étaient produits à la vapeur et 1,2 millions de kWh provenaient de Fribourg par l'intermédiaire de l'Electricité Neuchâteloise.

La puissance maximum débitée a été de 3800 kW.

	fr.
Le total des recettes s'est élevé à . .	1 483 355
Les dépenses d'exploitation ont été de	489 987
Les intérêts passifs de	238 182
Les amortissements et versements au fonds de renouvellement de . . .	254 773
Le versement à la caisse municipale de	479 291

Le capital de fr. 6 789 051 investi dans les installations électriques est réduit aujourd'hui par les amortissements à fr. 4 338 791.

Miscellanea.

25. Jubiläum des Ungarischen Elektrotechnischen Vereins (U. E. V.). Am vergangenen 19. Mai feierte der U. E. V. sein 25jähriges Bestehen. Die Festlichkeiten nahmen unter dem Präsidium von Altmeister Zipernowsky und in Anwesenheit des Handelsministers Herrmann als Vertreter der Regierung einen glänzenden Verlauf. Unter den ausländischen Gästen befand sich Prof. C. Feldmann, Präsident der Internationalen Elektrotechnischen Kommission als Vertreter dieser. Die meisten ausländischen elektrotechnischen Vereine und Verbände von Elektrizitätswerken hatten Delegationen geschickt.

Vizepräsident W. Châtel skizzierte die Vereinsgeschichte und die Entwicklung der Elektrotechnik in Ungarn, mit welcher die Namen Zipernowsky, Bláthy, Kandó, Herzog, Stark, Jedlik u. a. eng verbunden sind und deren Arbeiten für die moderne Elektrotechnik bahnbrechend gewesen sind. Das Haus Ganz & Co. war, wie Prof. C. Feldmann, der mit vielen anderen, später berühmten Elektrotechnikern, dort debutierte, in den 80er und 90er Jahren der Brennpunkt der werdenden Wechselstromtechnik. In einer langen Reihe von Reden wurde Ungarn und dessen Leistungen auf dem Gebiete der Elektrotechnik gebührend gefeiert.

—

Personalnachrichten. Dr. ing. *Plautius Andronescu,* Mitglied des S. E. V., Privatdozent an der Eidg. Techn. Hochschule, bis Mitte April d. J. Direktor der Fabrik für elektrische Motoren «Energia» in Klausenburg (Rumänien), bekleidet seit dem genannten Datum den Posten des Generaldirektors der Post-, Telegraphen- und Telephonverwaltung in Bukarest. Wir entbieten unserm Mitgliede zu der ihm damit gewordenen Beförderung und Ehrung die besten Glückwünsche des S. E. V.

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke | REDAKTION Zürich 8, Seefeldstr. 301 | Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité

Verlag und Administration | Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G. Zürich 4, Stauffacherquai 36/38 | Editeur et Administration

XX. Jahrgang
XXe Année

Bulletin No. 14

Juli II
Juillet II 1929

Untersuchungen an Elektro-Kochplatten.

Von Ingenieur *Julius Opacki*, Wien.

643.36

Es wird die Untersuchung von Kochplatten mittelst des Verdampfungsverfahrens beschrieben. Dieses Verfahren, welches der gleiche Autor bereits im Bulletin 1928, No. 18, S. 584, behandelte, gestattet, den Einfluss der Wärmekapazität der Platte, welche bei den Siedezeitversuchen in unvorteilhafter Weise in Erscheinung tritt, zu eliminieren und liefert auf einfache Weise praktisch genügend genaue, vergleichbare Resultate.

An Hand einer Reihe von Versuchen an verschiedenen Platten weist der Autor auf die wesentlichen Eigenschaften einer guten Kochplatte hin und erörtert Möglichkeiten zu deren Verbesserung.

L'auteur décrit l'examen de plaques de cuisson par le procédé d'évaporation qu'il a présenté déjà dans le Bulletin A. S. E. 1928, No. 18, p. 584, et qui permet d'éliminer l'influence de la capacité calorifique de la plaque, intervenant dans un sens défavorable pendant les essais ordinaires relatifs au temps d'ébullition. Ce procédé fournit en outre d'une manière simple des résultats suffisamment exacts dans la pratique et comparables entre eux.

En se basant sur une série d'essais portant sur différentes plaques, l'auteur signale les propriétés essentielles d'une bonne plaque de cuisson et les moyens de l'améliorer encore.

Man räumt den Kochtöpfen ohne weiteres Wirkungsgrade von 85 % und mehr ein, Tauchsiedern solche von 90 % und darüber, während man bei Kochplatten Werte von 80% als obere Grenze zu betrachten gewohnt ist.

Wohl gibt es noch nicht viel Kochplatten mit Wirkungsgraden von 85 % und darüber und besonders die mit Glühkörpern ausgerüsteten Strahlungsplatten lassen in dieser Hinsicht noch zu wünschen übrig; aber die Steigerung des Wirkungsgrades elektrischer Kochplatten auf 90 % und darüber hält der Verfasser als im Bereiche der Möglichkeit liegend, und es ist Zweck dieser Zeilen, durch Angabe eines einfachen und leicht durchführbaren Prüfverfahrens, das einwandfreie, *vergleichbare* Resultate liefert, die Erkenntnis der Betriebszustände bei Elektro-Kochplatten zu vertiefen und dem Konstrukteur Wege zu weisen, die zur weiteren Vervollkommnung der Kochplatten führen können.

Ueber den Wirkungsgrad elektrischer Kochplatten gibt es bisher keine einheitliche Auffassung. Mit den meist üblichen Siedezeit-Versuchen lässt er sich kaum eindeutig umschreiben.

Prüft man nach den für *Kochgefässe* gemäss § 8 Punkt 4 der österreichischen Vorschriften für elektrische Heizgeräte niedergelegten Normen den Anheizungs-Wirkungsgrad bei Elektro-Kochplatten, so ergeben sich Werte von 45 bis 65 %.

Nach diesen Vorschriften bleibt die Wärmekapazität unberücksichtigt. Bei Kochgefässen ist der Einfluss der Wärmekapazität klein, entsprechend der kleinen Wärmekapazität solcher Gefässe; er wird aber bei der Prüfung elektrischer Koch-

platten so gross, dass einwandfreie Werte unmöglich erreicht werden können, so lange es nicht gelingt, aus den Versuchen die Wärmekapazität zu eliminieren.

An der einwandfreien Festlegung genauer Wirkungsgradziffern elektrischer Kochplatten haben die Fabrikationsfirmen ebensoviel Interesse als die Elektrizitätswerke.

Falls Elektro-Kochplatten tatsächlich nur Wirkungsgrade von 45 bis 65 % hätten, müsste die Industrie die grössten Anstrengungen machen, um weit höhere Werte zu erreichen; die Elektrizitätswerke ihrerseits müssten der Propagierung elektrischer Tischherde reserviert gegenüberstehen, weil die Anwendung von Geräten mit so schlechtem Wirkungsgrade volkswirtschaftlich nicht zu rechtfertigen wäre und die Tarifpolitik überaus niedrige Strompreise für das elektrische Kochen verlangen müsste.

Der elektrische Ankoch-Wirkungsgrad wird mit Recht von den österreichischen Prüfungsvorschriften bei Kochplatten nicht verlangt. Er ist eine Funktion der Ankochdauer bei kalter Platte und daher weniger für den Techniker als vielmehr für die praktische Hausfrau von Interesse.

Wird der Wirkungsgrad nach den folgenden Angaben definiert und ermittelt, so erreicht er bei modernen elektrischen Kochplatten den Betrag von 85 %, bei nicht gedecktem Gefäss.

Dem Konstrukteur elektrischer Tischherde darf man nicht die Aufgabe stellen, Kochplatten mit hohem Ankoch-Wirkungsgrad (kurzer Ankochzeit) zu bauen. Das hiesse ein Teilresultat betonen, die massgebenden Komponenten aber verschweigen. Es ist, vom technischen Standpunkt aus betrachtet, beim Bau elektrischer Kochplatten vielmehr wichtig, dass sie eine *möglichst kleine* Eigenkapazität und bei allen Regelstufen einen *möglichst hohen* Transmissions-Wirkungsgrad aufweisen; in der Regel wird dann auch eine kurze Ankochzeit und ein günstiger Ankoch-Wirkungsgrad erzielt werden.

Die Eigenkapazität in Kalorien lässt sich nach dem folgenden Verfahren experimentell sehr genau bestimmen; es sei vorweg gesagt, dass sie bei der aus einer langen Versuchsreihe als beste ermittelten Kochplatte (Schweizer Fabrikat) mit rund 70 Wh gefunden wurde, während ein auch sonst minderwertiges Fabrikat mit massivem Tonklotz-Heizkörper 240 Wh Eigenkapazität aufwies. (Vergl. Tabelle II.) Vom Standpunkte der Wirtschaftlichkeit aus spielt die Eigenkapazität eine wichtige Rolle. Noch wichtiger ist aber der Transmissions-Wirkungsgrad. Während erstere nur beim Anheizen aus dem kalten Zustand (hemmend) in Erscheinung tritt, sind die Transmissions-Verluste während des ganzen Kochverlaufes eine Verlustquelle.

Den Untersuchungen sei folgende *Definition* zu Grunde gelegt:

Der Transmissions-Wirkungsgrad einer Kochplatte mit Kochgefäss ist der Quotient aus der nutzbar am Kochgefäss abgenommenen und der gleichzeitig der Kochplatte zugeführten Energiemenge, wenn sich die Herdtemperaturen im Beharrungszustande befinden.

Bezeichnet W die zugeführte, A die am Kochgefäss nutzbar abgenommene Wärmemenge und werden die Verluste mit P bezeichnet, so ist der Transmissions-Wirkungsgrad:

$$\eta_T = \frac{A}{W} \cdot 100\,\% \text{ und } P = W - A$$

Wird z. B. durch Verdampfungsversuche[1]) die der Kochplatte konstant zufliessende Energie am Kochgefäss ebenso konstant abgenommen, so wird die Verdampfungszeit schliesslich auch konstant. Die zugeführte Wärmemenge hält dann der abgenommenen Wärmemenge plus den Wärmeverlusten das Gleichgewicht.

Die Ermittlung des Transmissions-Wirkungsgrades kann mittels der vom Verfasser beschriebenen Verdampfungsmethode geschehen. Das Prinzip dieser Methode besteht in folgendem: In einem auf die Kochstelle gestellten Prüfgefäss werden

[1]) Siehe Bulletin S. E. V. 1928, No. 18, S. 584.

unmittelbar aufeinanderfolgend gleich kleine Wassermengen, z. B. je 0,07 oder 0,10 l, von bekannter Anfangstemperatur, zum Verdampfen gebracht. Der Energie-Verbrauch für die Erwärmung und Verdampfung von beispielsweise 0,07 l Wasser von 9° C Anfangstemperatur beträgt theoretisch 0,05116 kWh, für 0,10 l Wasser gleicher Anfangstemperatur 0,07308 kWh. Diese Energie wird der während des Versuches nutzbar vom Kochgeschirr abgenommenen Wärme gleichgesetzt. Dividiert man diese theoretisch bestimmte Wärmemenge durch den beim Verdampfungsversuch am Zähler abgelesenen Energieverbrauch, so ergibt sich der Transmissions-Wirkungsgrad. Die Wärmekapazität der Kochplatte hat im Transmissions-Wirkungsgrad keine Funktion, denn die Temperaturen sind im Beharrungszustand; sie lässt sich jedoch aus Verdampfungsversuchen während des Anheizens einfach und so genau ermitteln, dass darnach z. B. die Ankochzeit für 1 l Wasser bei kalter oder betriebswarmer Platte bis auf ± 15 Sekunden genau im voraus berechnet werden kann.

Eine Gegenüberstellung des Siedezeitversuches und des Verdampfungsversuches ergibt folgendes: Wird ein Liter Wasser zum Sieden gebracht, so erreicht er erst nach 10 bis 25 Minuten die Endtemperatur von 100° C, bei welcher sich erst die Verluste auf einen konstanten Wert einstellen. Werden jedoch 0,07 l Wasser zum Verdampfen gebracht, so sieden diese erfahrungsgemäss schon nach 10 bis 30 Sekunden (je nach Anschlusswert und Wirkungsgrad der Kochplatte); es bleibt daher beim Verdampfungsversuch die Temperatur der Kochplatte und des Gefässes unverändert auf 100° C bestehen; die Eigenkapazität der Kochplatte kommt daher nicht ins Spiel, während sie beim Ankochversuch störend in Erscheinung tritt.

Der Verdampfungsversuch hat ferner den praktisch wertvollen Vorteil, dass er kein teures Instrumentarium erfordert und so leicht durchführbar ist, dass man sich kaum irren kann; ferner genügt zu dessen Ausführung eine Person.

Anderen Prüfmethoden ist er besonders auch dadurch überlegen, dass nach einiger Uebung die Prüfung einer Kochplatte nur eine Zeit von 15 bis 25 Minuten erfordert. Die Zeit der drei ersten Versuche nach Tabelle I beträgt z. B. 15 Minuten; für ein einfaches Resultat hätten diese drei Versuche vollständig genügt und der Prüfende hätte daraus den Transmissions-Wirkungsgrad, die Eigenkapazität, die Stundenverluste usw. bestimmen können. Dabei betrug der Stromverbrauch nur 0,33 kWh.

Bei der Ermittlung des Transmissions-Wirkungsgrades mittels Verdampfungsversuchen ist folgendes zu beachten: Wasserinseln auf dem trockenen Gefässboden zu Ende eines jeden Verdampfungsversuches sind zu vermeiden. Wesentlich gefördert wird die gleichmässige Verdampfung der letzten Wasserspuren ausser durch genaues Ausrichten mittels Wasserwaage und geschicktes Unterlegen von beispielsweise Papier unter die Füsse der Kochplatte, wenn nötig während des Versuches, durch Zusatz von etwa $1/2$ g gewöhnlicher Kernseife zum ersten Verdampfungswasser. Auch rauhe Oberfläche des innern Gefässbodens fördert das gleichmässige Verdampfen; z. B. kann der Gefässboden mit ca. $1/3$ mm tiefen Rillen mit ▽-Querschnitt versehen werden. Kesselstein, der sich auf dem Gefässboden bildet, wird durch verdünnte Salzsäure entfernt.

Erleichtert würde das Ablesen des Zählers durch einen „Stoppzähler", der zwei alternativ arbeitende Zählwerke A und B hätte. Durch Druck auf einen Taster im Moment des Verdampfens des Wasserrestes im Prüfgefäss, müsste Zählwerk A stehen bleiben und gleichzeitig Zählwerk B, das vorher auf 000,000 sprang, zu registrieren beginnen und beim nächsten Versuche umgekehrt. Da das Drehmoment moderner Zähler jenes einer Stoppuhr mindestens erreicht und ein Registrierbereich innerhalb 0 bis 999 Wattstunden mehr als ausreichend ist, ist die Schaffung des Stoppzählers für Laboratoriumszwecke der Zählerindustrie kaum unmöglich.

Die graphische Charakteristik der Kochplatten gestattet den Vergleich verschiedener Fabrikate. Jede Verdampfung lässt sich durch ein Rechteck darstellen,

dessen eine Seite gleich der Leistungsaufnahme der Platte und dessen andere Seite gleich der Verdampfungszeit ist. Reiht man die Rechtecke der einzelnen Verdampfungen einer Serie aneinander, so ergibt sich eine Charakteristik. Fig. 1 ist die Charakteristik der gemäss Tabelle I untersuchten Kochplatte.

Beispiel der Untersuchung einer Kochplatte von 1200 W, Plattendurchmesser 180 mm.

Der Versuch ergab folgendes:

Tabelle I.

Verdampfungs-versuch No.	Zeit		Am Zähler abgelesener Energieverbrauch	Anmerkung
	Min.	Sek.	kWh	
0	0	0	0	Das Gefäss ist nicht gedeckt.
1	8	55	0,1966	Die Platte ist nach dem ersten Verdampfungsversuch schon im Beharrungszustand.
2	3	03	0,0706	*Ermittlung des Transmissions-Wirkungsgrades:*
3	2	53	0,0652	Prüfquantum 0,07 l von 9° C. Zu dessen Verdampfung notwendige Wärme 51,16 Wh.
4	2	59	0,0655	Durchschnittlicher Energieverbrauch pro Verdampfung, nachdem sich die Platte im Beharrungszustand befindet 64,76 Wh.
5	2	54	0,0649	
6	2	50	0,0640	Daraus folgt $\eta_T = \frac{51,16}{64,76} \cdot 100 = 79\,\%$.
7	2	44	0,0632	Transmissionsverluste pro Verdampfung $64,76 - 51,16 = 13,6$ Wh.
8	2	49	0,0638	*Stundenverluste:*
9	2	40	0,0627	Stunden-Energieaufnahme 1,2 kWh. Stunden-Verluste $0,21 \cdot 1,2 = 0,25$ kWh.
10	2	47	0,0630	

In die Rechtecke können die Verluste eingetragen werden. Beim ersten Rechteck erscheinen die Kapazitäten des Kochtopfes und der Kochplatte, indem sie die Verdampfungszeit vergrössern. Der Transmissionsverlust hat zu Beginn der Kochplatten-Aufheizung seinen konstanten Wert noch nicht erreicht. Diesbezügliche Untersuchungen haben ergeben, dass beim Aufheizen einer kalten Kochplatte der Transmissionsverlust innerhalb der Aufheizperiode nur 50 % bis 80 % des Konstantwertes ausmacht, im Mittel können 75 % angenommen werden. Im vorliegenden Beispiel beträgt der Anheiz-Transmissionsverlust 50 % des Transmissionsverlustes der Platte im Beharrungszustand.

Die Kapazität des Kochtopfes ist in Fig. 1 punktiert angedeutet, jene der Kochplatte schwarz. Das kleine schwarze Dreieck beim ersten Rechteck stellt einen Teil der Kapazität dar, da es andere Absorptionsquellen als Kapazität, nutzbare Arbeit und Transmissionsverluste bei einer elektrischen Kochplatte nicht geben kann.

Aus der Differenz der einzelnen Arbeitsflächen kann die *Eigenkapazität* ermittelt werden; für das Versuchsbeispiel ergibt sich dafür folgendes:

Während der 10 Verdampfungsversuche zugeführte Energie		0,78 kWh
Hiervon sind abzuziehen:		
die theoretische Verdampfungsarbeit 10 · 0,051 = ...	0,51 kWh	
die Kapazität des Aluminium-Kochtopfes, 1 kg, 10 bis 100° C, rund	0,02 kWh	
die Transmissionsverluste:		
für den ersten Versuch 0,5 · 0,0136	0,01 kWh	
für Versuch 2 bis 10 9 · 0,0136	0,12 kWh	0,66 kWh
Somit beträgt die Eigenkapazität der Kochplatte		0,12 kWh

Kennt man Eigenkapazität und Transmissionsverluste, so kann die *Siedezeit*, ausgehend von der kalten Platte, vorausberechnet werden. Für die untersuchte Platte ergibt sich beim Erwärmen von 1 l Wasser von 10 auf 100° C:

Eigenkapazität der Platte bei 100° C im Kochgefäss	0,12 kWh
Eigenkapazität des Kochtopfes bei 100° C im Kochgefäss	0,02 "
Wärmebedarf zur Erwärmung von 1 l Wasser von 10 auf 100° C = 90 Cal =	0,10 "
Transmissionsverluste 6,8 × 13,6 Wh = ...	0,02 "
	0,26 kWh

Daraus bestimmt sich die Siedezeit zu $\frac{0,26}{1,2} = 0,2196$ Stunden = 13 Min. 5 Sek.

Aehnlich lässt sich die Ankochzeit bei betriebswarmer Platte vorausberechnen.

In vorstehender Aufstellung sind die Transmissionsverluste mit 0,02 kWh eingeführt worden, was der näheren Erläuterung bedarf: Ein Verdampfungsversuch mit 0,07 l Wasser von 9° C erfordert rund 44 Cal, also zwei Versuche 88 Cal, was ziemlich genau der Energiezufuhr zum Erwärmen von 1 l Wasser von 10 auf 98° C entspricht. In erster Annäherung kann man deshalb die Transmissionsverluste, welche beim Erwärmen eines Liters Wasser von 10 auf 100° C auftreten, den Transmissionsverlusten zweier Verdampfungsversuche mit je 0,07 l Wasser von 9° C gleichsetzen, woraus hervorgeht, dass 0,07 l ein besonders günstiges Prüfquantum ist, zumal für approximative Bestimmung der Ankochzeit für 1 l Wasser bei kalter Platte, bei einem Prüfquantum von 0,07 l die Summe der beiden ersten Verdampfungszeiten die angenäherte Ankochzeit für 1 l ergibt, je zwei weitere Verdampfungszeiten diejenige für jeden weiteren Liter. Nach Fig. 1 ist die geprüfte Kochplatte schon nach dem ersten Verdampfungsversuch im Beharrungszustande. Vom eingetretenen Beharrungszustande an müssen Transmissionsverluste mit 100 %, vorher aber, in der Aufheizperiode, nur mit 50 bis 80 %, in unserem Beispiel 50 %, je nach Qualität der Platte, in Rechnung gestellt werden. Somit war im Beispiel für die Transmissionsverluste für die erste Verdampfung 0,5 · 13,6 = 6,8 Wh, für die zweite Verdampfung 13,6 Wh, also insgesamt rund 0,02 kWh einzusetzen.

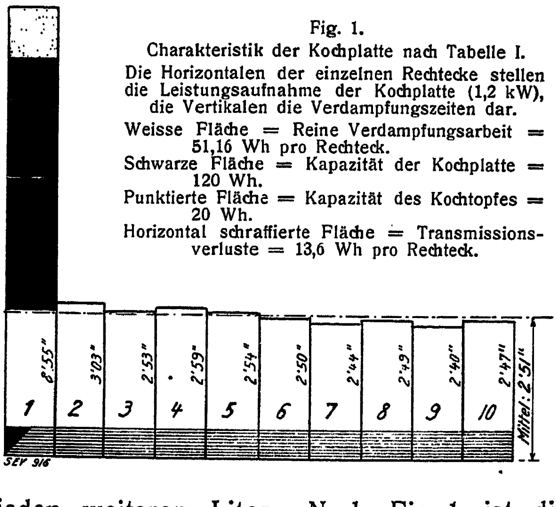


Fig. 1.
Charakteristik der Kochplatte nach Tabelle I.
Die Horizontalen der einzelnen Rechtecke stellen die Leistungsaufnahme der Kochplatte (1,2 kW), die Vertikalen die Verdampfungszeiten dar.
Weisse Fläche = Reine Verdampfungsarbeit = 51,16 Wh pro Rechteck.
Schwarze Fläche = Kapazität der Kochplatte = 120 Wh.
Punktierte Fläche = Kapazität des Kochtopfes = 20 Wh.
Horizontal schraffierte Fläche = Transmissionsverluste = 13,6 Wh pro Rechteck.

Wären z. B. auf einer Kochplatte mit der Charakteristik No. 5 (Fig. 2) vier Liter Wasser von 10° C zum Sieden zu bringen, so würde man die Transmissionsverluste durch die Verluste von acht Verdampfungen von 0,07 l, 9° C, zu ersetzen haben. Nach No. 5 (Fig. 2) ist die Kochplatte erst nach der vierten Verdampfung im

Beharrungszustande. Von den acht Transmissionsverlusten sind somit vier mit 75 % (denn es handelt sich um eine besonders schlechte) plus vier mit 100 % in Rechnung zu stellen.

Die Vorausberechnung und experimentelle Nachprüfung der Siedezeit ist insofern wichtig, als sie eine gute Kontrolle des Verdampfungsversuches ist.

Fig. 2 zeigt die Charakteristiken verschiedener Kochplatten-Konstruktionen. Eine relative Bewertungsziffer der Kochplatten kann etwa dadurch aufgestellt werden, dass man bei jeder Kochplatte den in % ausgedrückten Transmissions-Wirkungsgrad durch die in Wh ausgedrückte Eigenkapazität dividiert. Um zu runden Ziffern zu gelangen, kann man diese Quotienten mit 100 multiplizieren und durch die Bewertungsziffer der besten Platte, d. i. in unserem Falle durch 118,8 dividieren, wodurch die beste Platte 100 Wertungspunkte erhält und die anderen Platten entsprechend weniger. Tabelle II gibt eine Zusammenstellung der für die 8 untersuchten Platten gefundenen Werte.

Tabelle II.

Fabrikat No.	Platten ϕ mm	Spannung V	Eff. Anschlusswert W	η_T %	Eigen-Kapazität Wh	Wertungs-Punkte P	Konstruktive Angaben
1	180	220	1010	82	69	100	Heizkörper in keramische Masse gepresst. Heizfläche plan geschliffen.
2	180	220	1018	83	78	90	Heizkörper in keramische Masse gepresst. Heizfläche mit rauher Gusshaut, nicht bearbeitet.
3	180	220	1010	77	86	75	Platte identisch mit No. 1. Heizfläche jedoch mit rauher Gusshaut, nicht bearbeitet.
4	220	220	1500	80	140	48	Heizkörper in keramische Masse gepresst, Heizfläche nicht bearbeitet.
5	220	220	930	58	128	38	Heizdrähte in Spiralen gewikkelt, durch dünne Quarzrohre geschützt. Strahlungsplatte.
6	233	220	790	64	185	29	Glimmerheizkörper angepresst, sehr rauhe, unebene Kochfläche.
7	220	220	1028	66	232	24	Keramischer Scheibenheizkörper, an die Kochplatte durch Verschraubung angepresst.
8	210	220	1040	65	240	23	Tonheizkörper in Scheibenform, an die Kochfläche keramisch gekittet.

Ordnet man die in Fig. 2 dargestellten Prüfresultate abfallend nach Wertungspunkten so erhält man Fig. 3.

Fabrikat 5 ist die einzige Strahlungs-Kochplatte der Versuchsreihe. Sie besitzt wohl den schlechtesten Wirkungsgrad, dafür aber eine verhältnismässig kleine Kapazität, was auch aus Fig. 2 entnommen werden kann.

Die Eigenkapazität steckt oft nicht nur in der Kochplatte selbst, sondern kann bei ungünstiger Konstruktion der Befestigungselemente eine starke Wärmeaufladung auch im Kochplattengestell verursachen. Es muss daher Wert auf kleine Wärmeleitfähigkeit zwischen der eigentlichen Kochplatte und den inaktiven Teilen gelegt werden. Auch wächst die Kapazität unter sonst gleichen Umständen mit dem Kochplatten-Durchmesser, weshalb dieser so klein als es die praktischen Verhältnisse gestatten, gehalten werden sollte, zumal sich im allgemeinen bei kleinerem Durchmesser der grössere Transmissions-Wirkungsgrad ergibt.

Nun seien Fragen behandelt, die sich aus der Praxis der Verdampfungsversuche ergeben und von allgemeinem Interesse sind. Sie gelten sinngemäss auch für Prüfung von Speicherherden.

Ein *Deckel* auf dem Prüfgefäss erhöht den Wirkungsgrad bei ungedecktem Gefäss im Mittel um 8 %, ein Wert, der mit den aus der Fachliteratur bekannten schweizerischen und deutschen Versuchsergebnissen übereinstimmt.

Einfluss der Höhe des Verdampfungsgefässes. Es wurde der Transmissionswirkungsgrad einer Kochplatte mit Gefässen verschiedener Höhe, von 1 bis 7 l Inhalt, ermittelt. Mit zunehmender Gefässhöhe sinkt der Transmissionswirkungsgrad. Es wurden ermittelt:

Topfdurchmesser 220 mm,
Plattendurchmesser 220 mm.

Topfhöhe	100 mm	180 mm	260 mm	340 mm
η_T	87,3 %	83,1 %	79,3 %	73,8 %.

Einfluss der Abweichung des Topfdurchmessers vom Kochplattendurchmesser. Hier waren grosse Differenzen im Transmissionswirkungsgrad nicht wahrnehmbar. Dieses Ergebnis deckt sich mit sehr genauen Siedezeitversuchen, die in dieser Richtung vom Autor früher angestellt wurden.

Verdampfungsversuche ergaben:

Topfdurchmesser 180 mm, Plattendurchmesser 180 mm: $\eta_T = 84,3\ \%$
Topfdurchmesser 120 mm, Plattendurchmesser 180 mm: $\eta_T = 83,1\ \%$
Topfdurchmesser 220 mm, Plattendurchmesser 180 mm: $\eta_T = 83,9\ \%$

Ist der Topfdurchmesser grösser als der Plattendurchmesser, so wird die durch Wärmestrahlung und Konvektion von den Seitenteilen der Kochplatte an die Umgebungsluft und die Konstruktionsteile abgegebene Wärme von dem grösseren Kochtopfe zum Teil absorbiert. Anderseits besitzt das grössere Gefäss eine grössere wärmeabgebende Oberfläche und es wächst auch die Oberfläche des Wasserspiegels. Ist hingegen der Topfdurchmesser kleiner als der Plattendurchmesser, so spricht alles gegen eine wesentliche Verschlechterung des Wirkungsgrades. Topf- und Wasseroberfläche und damit deren Strahlungs- und Konvektionsverluste sind kleiner, als wenn Topf- und Plattendurchmesser gleich sind. Der vom zu kleinen Kochtopf freigelassene konzentrische Kochplattenring am Rande der Platte ist nicht als voller Verlust zu werten. Wohl treten bei manchen Bauarten infolge erleichterter Luftzirkulation zwischen Kochplattenrand und dem Kochplattenkonstruktionsgestell Luftströmungen und damit Konvektionsverluste auf, aber anderseits umgibt die vom freigebliebenen Kochplattenrande aufsteigende Heissluft das Kochgefäss mit einem Heissluftmantel, der es vor Abkühlung schützt. Schliesslich ist, nach des Autors Ueberzeugung, bei der Variante: kleineres Kochgefäss, grössere Kochplatte, die innere Wärmeströmung in der Kochplatte gemäss Figur 4 nicht ungünstiger, der Wärmetransport verschlechtert sich nicht; es wird lediglich der Wärmefluss pro Flächeneinheit dichter als wenn Topf- und Plattendurchmesser gleich sind.

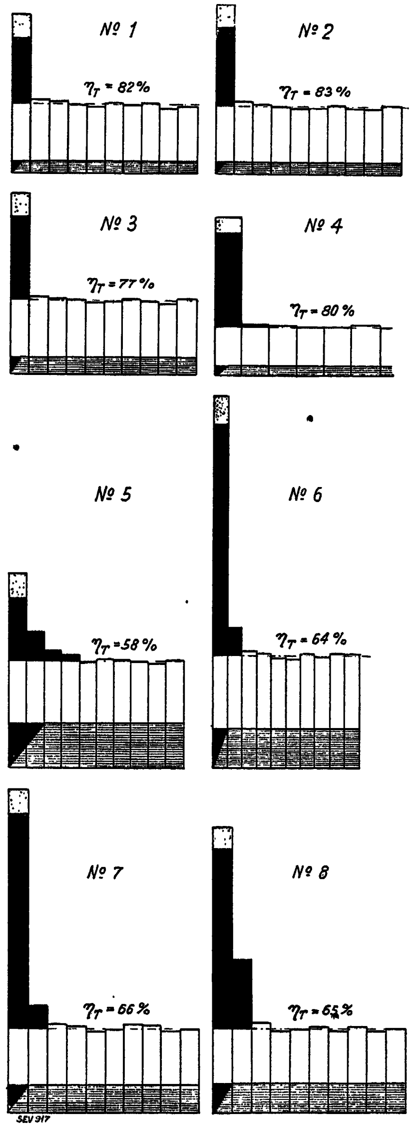


Fig. 2.
Charakteristiken der in Tabelle II spezifizierten Kochplatten.

Ein Einfluss des Prüfquantums ist nicht nachweisbar. Ein diesbezüglicher Versuch an einer Kochplatte mit 13,5 cm Durchmesser, 760 W, 220 V ergab folgendes:

Prüfquantum	0,045 l	0,09 l	0,10 l
η_T	68,1 %	67,9 %	69 %

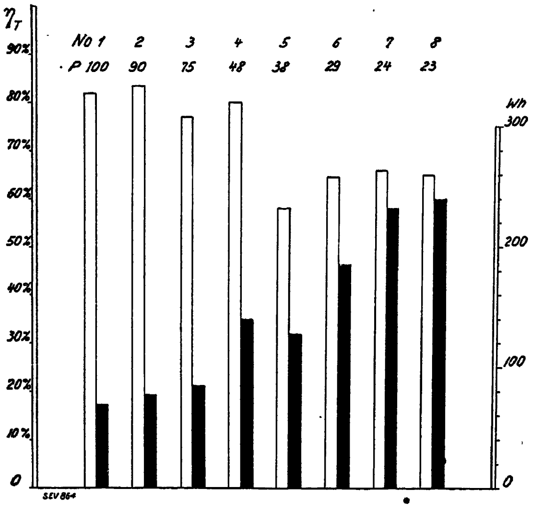


Fig. 3.
Zusammenstellung von Transmissionswirkungsgrad η_T (weiss) und Eigenkapazität (schwarz) der in Tabelle II spezifizierten Kochplatten, geordnet nach Wertungspunkten *P*.

Die bisherigen Versuchsbeschreibungen setzen uns in Stand, die interessanten Eigenschaften der Kochplatten, Kapazität und Transmissionswirkungsgrad, nach einem einheitlichen, leicht durchführbaren Verfahren zu ermitteln; damit ist eine Basis für zuverlässigen technischen Vergleich verschiedener Konstruktionen geschaffen.

Zum Verständnis der Betriebsverhältnisse bei elektrischen Kochplatten ist es vorteilhaft, die Phasen des elektrischen Kochens wie folgt zu unterscheiden:

a) Ankochen von Flüssigkeiten bei kalter Platte (100° C Betriebstemperatur im Kochgefäss):
Die Wärmekapazität der Kochplatte tritt hemmend in Erscheinung, die Transmissionsverluste bleiben unter dem Maximum;

b) Ankochen von Flüssigkeiten bei heisser Platte:
Die Wärmekapazität wirkt fördernd, die Transmissionsverluste sind höher;

c) Weiterkochen von Flüssigkeiten:
Die Wärmekapazität ist latent, die Transmissionsverluste sind höher;

d) Ausbacken von Fleischspeisen in heissem Fett (z. B. Wiener Schnitzel; 200° C Betriebstemperatur im Kochgefäss):
Die Wärmekapazität und die Transmissionsverluste sind maximal;

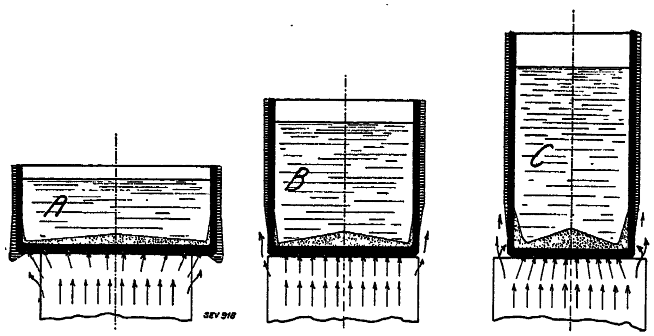


Fig. 4.
Schematische Darstellung der Wärmeströmung bei nicht übereinstimmendem Platten- und Topfdurchmesser.
Pfeile: Strömungsrichtung der Wärme.
Punktierte Zone: Wärmemitteilung an den Gefässinhalt.
Horizontal schraffierte Zone: Wärmemitteilung vom Gefäss an die Umgebungsluft.

e) Ausbacken von Mehlspeisen in heissem Fett (z. B. Krapfen; 200° C Betriebstemperatur im Kochgefäss):
Die Wärmekapazität und die Transmissionsverluste sind maximal.

Es überschritte den Rahmen dieser Arbeit, würden die Folgerungen vorstehender Angaben ausführlich erörtert werden. Nur die drei wichtigsten Ergebnisse seien hervorgehoben. Für die wirtschaftliche Ausnützung der Elektrizität in der mit Kochplatten ausgestatteten Elektroküche ist erforderlich:

1. Dass die am häufigsten und längsten angewendete Regelstufe „1" für Weiterkochen von Flüssigkeiten *nicht höher sei als wirklich nötig.* Diese Regelstufen sind meist bei 300 bis 450 W angesetzt. Zum sicheren Weiterkochen genügen aber schon 150 bis 180 W bei den besten der untersuchten Kochplatten (Schweizer Fa-

brikate) und 200 bis 230 W bei anderen Platten. Was über diesen Werten liegt, ist beim Weiterkochen von Flüssigkeiten effektive Stromverschwendung. Hiezu muss bemerkt werden, dass der Transmissionswirkungsgrad mit den Regelstufen stark sinkt, wie Tabelle III zeigt.

Das elektrische Kochen könnte durch Heben des Transmissionswirkungsgrades bei niedrigen Regelstufen noch rationeller gemacht werden. Die Transmissionsverluste treten während der ganzen Kochdauer auf. Ihre Einschränkung auf ein Mindestmass ist um so wichtiger, als sie in der Ankochperiode klein sind, in der weitaus länger anhaltenden Weiterkochperiode jedoch fast auf dem Maximalwerte verharren.

Transmissions-Wirkungsgrad an Kochplatten verschiedener Bauart, bei verschiedenen Regelstufen.

Tabelle III.

Fabrikat	Schaltstufe 4	Schaltstufe 3	Schaltstufe 2	Schaltstufe 1
A	—	83,5 %	79,6 %	63,0 %
B	80,9 %	75,3 %	70,0 %	62,0 %
C	—	81,5 %	75,6 %	70,5 %
D	—	88,6 %	77,1 %	66,7 %

Die Werte gelten für Verdampfungsversuch bei ungedecktem Gefäss.

2. Die Wärmekapazität verlängert beim erstmaligen Ankochen der Speisen die Ankochzeit. Sie ist kein absoluter Verlust und kann bei zu Ende gehendem Kochprozess bis auf etwa 20 bis 40 Cal, je nach Konstruktion, die unbedingt verloren bleiben, zurückgewonnen werden, wenn in der letzten Kochphase entweder ohne Strom, nur mit Kapazität, fertiggekocht, oder indem sofort nach beendetem Kochen die (abgeschaltete) Kochplatte mit einem Wassergefäss besetzt und Wasser aufgewärmt wird.

Da für die Hausfrau möglichst kurze Ankochzeiten von grossem Werte sind, muss darnach getrachtet werden, solche zu erzielen, aber weniger durch Steigerung des Anschlusswertes als vielmehr durch Erhöhung des Transmissionswirkungsgrades und Senkung der Eigenkapazität. Im allgemeinen sind Ankochzeiten und Wirkungsgrade umgekehrt proportional.

3. Einmal mehr sei auf die Beschaffenheit der Plattenoberfläche und des Topfbodens hingewiesen. Von der Kochplattenfläche muss verlangt werden, dass sie genau plan gedreht und plan geschlichtet (wenn nicht geschliffen) sei, ist es doch z. B. bei der Kochplatte Fig. 2, No. 1 und No. 3 möglich gewesen, den Wirkungsgrad *von 77 % auf 82 % dadurch zu steigern, dass die ursprünglich rauhe, gegossene Oberfläche plan geschliffen wurde.*

Zusammenfassend seien somit für den Bau guter Elektrokochplatten folgende Leitsätze aufgestellt:

1. Kleine Eigenkapazität;
2. Hoher Transmissionswirkungsgrad, besonders auch bei den zur Erzielung eines hohen Kochwirkungsgrades notwendigen niedrigsten Regelstufen;
   Aus 1 und 2 folgen kurze Ankochzeiten;
3. Minimalanschlussleistung bei der niedrigsten Schaltstufe;
4. Gute Wärmeleitfähigkeit der Kochplatte;
5. Verzicht auf Wärmeübertragung durch Strahlung (für gewöhnliches Kochen; für gewisse Speisen ist strahlende Wärme unerlässlich, wie z. B. beim Grill);
6. Kochplattendurchmesser nicht grösser als vom *koch*technischen Standpunkt aus erforderlich ist,

Untersuchungen über Seilzug und Durchhang für den Fall unstetiger Lastverteilung über die Spannweite eines Seiles.

Von Direktor *A. Engler,* dipl. Ing. und *A. Zeindler,* dipl. Ing.
Nordostschweiz. Kraftwerke A.-G., Baden.

621.319.22 (004)

Unter Zugrundelegung der unveränderlichen «reduzierten Seillänge», unter welcher die Länge des entspannten Seiles (Seilspannung 0) bei der Temperatur von 0 Grad verstanden ist, solange nicht das Seil über die Elastizitätsgrenze hinaus beansprucht war, wird ein graphisches Verfahren entwickelt, welches gestattet, die Veränderungen der Seilspannung und des Durchhanges eines und desselben zwischen zwei festen Punkten fest eingehängten Seiles bei beliebigen Veränderungen des Belastungszustandes und der Temperatur zu ermitteln. Das Verfahren eignet sich besonders für die Behandlung von Fällen unstetiger Verteilung der Belastung über die Seillänge (Einzellasten neben stetig verteilten Lasten), welche der exakten Berechnung grosse Schwierigkeiten bieten. Das Verfahren ist auf ein spezielles Beispiel aus der Praxis angewendet.

Les auteurs entendent par «longueur réduite» d'un conducteur flexible, celle que prend ce conducteur à 0° et sous une tension mécanique nulle, une fois détaché des points fixes entre lesquels il est tendu normalement. En partant de cette grandeur, ils développent un procédé graphique permettant de déterminer les changements de la tension mécanique et de la flèche du conducteur envisagé, quelles que soient les modifications de la charge et de la température. Cette méthode convient tout particulièrement aux cas où la charge est répartie irrégulièrement sur le conducteur (charges localisées s'ajoutant aux charges régulières) et dont le calcul exact présente de grosses difficultés. Les auteurs appliquent leur procédé à un exemple particulier, tiré de la pratique.

Für den normalen Fall der stetigen Lastverteilung über die ganze Seilspannweite (Seileigengewicht und event. Schneezusatzlast) hat Jobin im Bulletin S. E. V. 1919, No. 6, S. 1 und No. 7, S. 189 brauchbare mathematische Beziehungen zusammengestellt, mit deren Hilfe man für alle Temperaturen und Schneezusatzlasten den Seilzug und Durchhang berechnen kann.

Bei Freiluftstationen kann nun der Fall eintreten, dass zur Vereinfachung des äusseren Aufbaues die Trennstellen eines Schalterpoles durch im Zug der Leitung unmittelbar über dem Schalter aufgehängte Isolatorenketten voneinander elektrisch geschieden werden müssen. Siehe das Beispiel der Figur 1.

Bei den Seilen der Schalterfelder ist infolge dieser Isolatorenketten keine stetige und pro Teilstreckenlänge gleiche Belastung mehr vorhanden. Die Ermittlung von

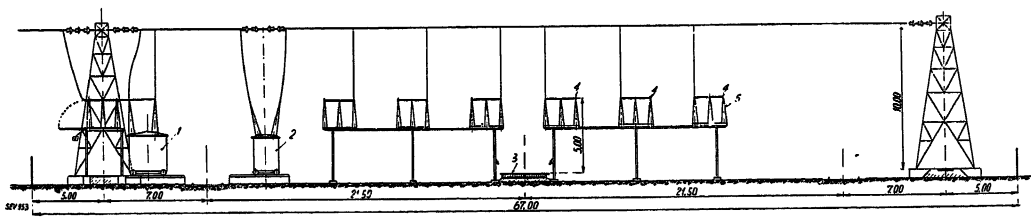


Fig. 1.
Freiluft-Schaltfeld.

1 = Messgruppe
2 = Oelschalter
3 = Kabelkanal
4 = Sammelschienen
5 = Trenner

Seilzug und Seildurchhang erfolgt am besten graphisch, da sich die Durchhangskurve in keine einfache mathematische Form kleiden lässt.

Die graphische Behandlung des Problems baut sich folgendermassen auf:

Man zeichnet nach den bekannten Methoden der graphischen Statik das Seilpolygon für den vorausgesetzten Belastungsfall mit Hilfe des Kräfteplanes. Die Vertikalkräfte setzen sich aus dem Leitergewicht, dazu, je nach Voraussetzung, aus der Schneezusatzlast und aus Einzellasten zusammen. Die Polstrahlen sind die Seilzüge am Angriffspunkt der Einzellasten und man erhält durch ihre Zusammen-

setzung die Umhüllende für die Seilkurve. Für jeden vorausgesetzten Seilzug *(P)* lässt sich nun mit Berücksichtigung der entsprechenden Masstäbe der Durchhang *(F)* an bestimmter Stelle berechnen. Es lässt sich also eine Kurve des Seilzuges in Abhängigkeit vom Durchhang an bestimmter Stelle zeichnen [$P = f(F)$-Kurve]. Jeder Durchhangsveränderung entspricht aber auch eine Veränderung der Seillänge. Dieser Zusammenhang wird durch folgende Beziehung ausgedrückt:

$$\triangle l_F = \frac{8}{3a} F^2$$

Dabei bedeuten: $\triangle l_F$ = Seilverlängerung in cm.
a = Horizontaldistanz der Seilabspannpunkte in cm.
F = Durchhang in cm.

Man kann eine Kurve $\triangle l_F = f(F)$ zeichnen.

Jeder Seilzugsänderung entspricht ebenfalls eine Seillängenänderung nach dem Gesetz von Hooke.

$$\triangle l_p = \frac{a}{E} p$$

Dabei bedeuten: $\triangle l_p$ = Seilverlängerung in cm.
a = Horizontaldistanz der Seilabspannpunkte in cm.
E = Elastizitätsmodul (für Kupferlitzen ist $E = 1{,}32 \cdot 10^6$ kg/cm²).
p = Zugbeanspruchung in kg/cm².

Trägt man zu jedem Wert von P in der Kurve $P = f(F)$ den dazugehörigen Wert von $\triangle l_P$ im für $\triangle l_F$ verwendeten Masstab auf und zieht man $\triangle l_p$ von $\triangle l_F$ ab, so erhält man eine Kurve, die ihren Verlauf in der Hauptsache unterhalb der Abszisse nimmt. Trägt man die Horizontaldistanz a von der Abszisse aus nach unten als Abszissenparallele ein, so ergibt deren Abstand bis zu der oben erwähnten Kurve die sogenannte *reduzierte Seillänge* l_o. Würde man das vorausgesetzte Kupferseil auf diese, einem bestimmten Durchhang entsprechende, reduzierte Länge abschneiden und zwischen der ebenfalls vorausgesetzten Horizontaldistanz a ausspannen, so wäre dazu der der $P = f(F)$-Kurve entsprechende Seilzug notwendig.

Mit der Temperaturänderung ändert sich die Seillänge ebenfalls: für eine bestimmte Temperatur kann man also eine zur Kurve der reduzierten Seillängenänderung ($\triangle l_o$) parallele Kurve (Temperaturkurve) oberhalb oder unterhalb dieser zeichnen. Will man untersuchen, wie sich der Durchhang und der Seilzug bei verschiedenen Temperaturen verhalten, so geht man von einem bestimmten vorausgesetzten $\triangle l_o$ aus und zieht, der Konstanz der zugehörigen reduzierten Seillänge l_o entsprechend, eine Abszissenparallele durch diesen Punkt. Dies kann gemacht werden, weil das Seil bei einer bestimmten Temperatur mit einem bestimmten Seilzug zwischen der Horizontaldistanz a gespannt wird, wobei es jedoch, wie erwähnt, eine ganz bestimmte „reduzierte Länge" besitzt. Verbindet man die Schnittpunkte mit den Temperaturkurven ordinatenparallel mit der $P = f(F)$-Kurve, so erhält man die den entsprechenden Temperaturen zugehörigen Seilzüge. In Fig. 2 wird das beschriebene Vorgehen allgemein dargestellt.

Der Vergleich von Durchhang und Seilzug kann für dasselbe Seil sowohl für den Fall mit und ohne Schneezusatzlast gezogen werden. Die $P = f(F)$-Kurven werden dann verschieden voneinander, womit sich für beide Fälle eine besondere $\triangle l_o$ Kurve und zugehörige Temperaturkurven konstruieren lassen (Fig. 3).

Um einen Beweis der genügenden Genauigkeit dieser graphischen Methode zu geben, soll das Beispiel einer Freileitung in Bezug auf Durchhang und Seilzug bei verschiedenen Temperaturen mit und ohne Schneezusatzlast zuerst nach dem entwickelten Vorgehen und dann mit Hilfe der Formel von Jobin untersucht werden.

Die Voraussetzungen sind:
a = 5700 cm (Spannweite).
$\gamma_o = 28{,}9 \cdot 10^{-3}$ kg/cm³ (fiktives spezifisches Gewicht des Kupferseils von 1 cm² Querschnitt, inkl. 2 kg Schnee pro m).

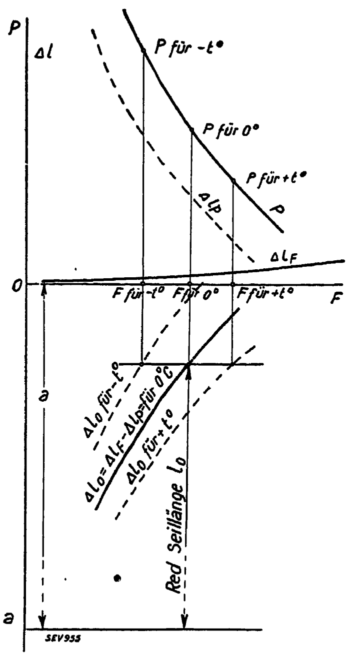


Fig. 2.
Graphische Darstellung der Beziehung zwischen Seilzug P und Durchhang F bei verschiedenen Temperaturen.

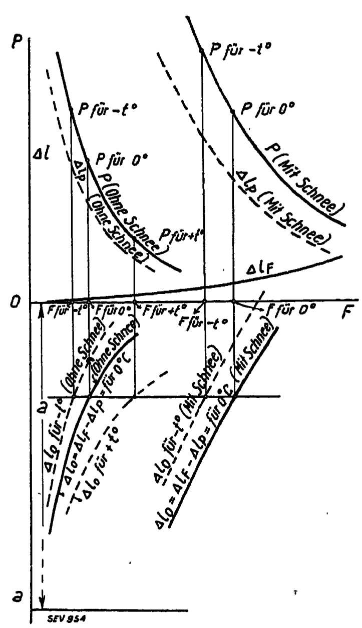


Fig. 3.
Graphische Darstellung der Beziehung zwischen Seilzug P und Durchhang F bei verschiedenen Temperaturen, für die Fälle mit und ohne Schneezusatzlast.

γ = $8{,}9 \cdot 10^{-3}$ kg/cm^3 (spezifisches Gewicht des Kupferseils).
t_0 = 0 °C (Ausgangstemperatur).
P_0 = 2000 kg (Seilspannung bei t_0 und γ_0).
a = $1{,}7 \cdot 10^{-5}$ (Linear-Wärmeausdehnungskoeffizient pro 1 °C).
E = $1{,}32 \cdot 10^6$ kg/cm^2 (Elastizitätsmodul).

In Fig. 4 sind der Kräfteplan und das Seilpolygon für diesen Fall gezeichnet.

Der Durchhangsmasstab ergibt sich folgendermassen:

Längenmasstab: 1 cm = 670 cm,
Kraftmasstab: Vertikalzug: 1 cm = 39,2 kg mit Schnee,
1 cm = 12,1 kg ohne Schnee,
Horizontalzug: 1 cm = 0,217 P kg (P = Seilzug);

Durchhangsmasstab für den Fall mit Schneebelastung:

$$1 \text{ mm} = \frac{670 \cdot 39{,}2}{0{,}217\, P} = \frac{121000}{P} \text{ mm.}$$

Der Kräfteplan setzt sich zusammen aus den Einzelkräften, die, im Schwerpunkt einer bestimmten Seillänge angreifend, die stetige Belastung ersetzen. Die ganze Spannweite ist in 6 Teilstücke von je 9,5 m eingeteilt. Das Gewicht pro m inkl. Schneezusatzlast ist 2,89 kg. Die in jedem Schwerpunkt dieser 9,5 m langen Teilstücke angreifende Einzelkraft ist 9,5 · 2,89 = 27,45 kg. Ohne Schnee ist die Einzelkraft 9,5 · 0,89 = 8,46 kg. Mit Hilfe des Durchhangmasstabes erhält man den Durchhang für einen bestimmten Seilzug und damit die Punkte für die $P = f(F)$-Kurve. Setzt man angenähert den Horizontalzug gleich dem Seilzug, was in diesem Fall noch innerhalb der Genauigkeitsgrenzen der graphischen Methode liegt, so ergibt sich:

Durchhang F nach Zeichnung = 9,7 mm mit dem Masstab multipliziert:

$$F = \frac{0{,}97 \cdot 121\,000}{P} \text{ cm} = \frac{117400}{P} \text{ cm.}$$

Für P = 3000 kg ist F = 39,1 cm
„ P = 2600 kg „ F = 45,1 cm
„ P = 2000 kg „ F = 58,7 cm
„ P = 1600 kg „ F = 73,4 cm.

Die Seilverlängerung in Abhängigkeit vom Durchhang wird nach folgender Formel berechnet:

$$\triangle l_F = \frac{8}{3\,a} F^2; \text{ für } a = 57 \text{ m}$$

wird

$$\triangle l_F = 0{,}0468\, F^2 \text{ cm.}$$

Für $F = 70$ cm ist $\triangle l_F = 2{,}28$ cm
„ $F = 50$ cm „ $\triangle l_F = 1{,}17$ cm
„ $F = 30$ cm „ $\triangle l_F = 0{,}421$ cm
„ $F = 20$ cm „ $\triangle l_F = 0{,}187$ cm
„ $F = 10$ cm „ $\triangle l_F = 0{,}047$ cm

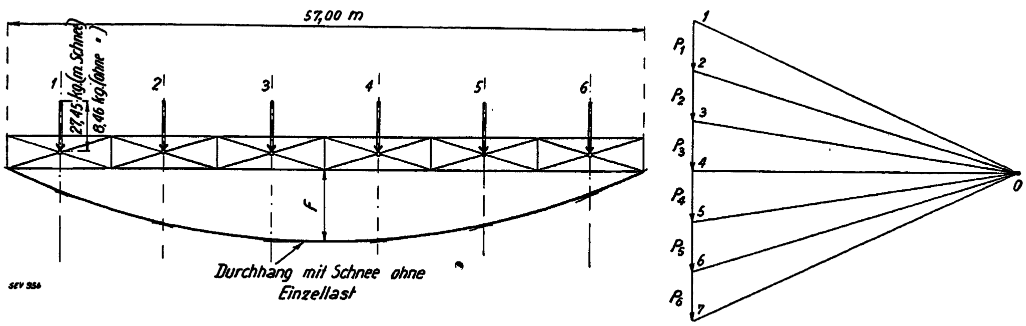


Fig. 4.
Kräfteplan eines Seiles mit stetig verteilter Last.

Die Seilverlängerung in Abhängigkeit von der Zugsbeanspruchung ergibt sich aus:

$$\triangle l_p = \frac{a}{E}\, p = \frac{5700}{1{,}32 \cdot 10^6}\, p = 4{,}32 \cdot 10^{-3}\, p \text{ cm}$$

Für $P = 3000$ kg ist $\triangle l_p = 12{,}95$ cm
„ $P = 2600$ kg „ $\triangle l_p = 11{,}23$ cm
„ $P = 2000$ kg „ $\triangle l_p = 8{,}64$ cm
„ $P = 1600$ kg „ $\triangle l_p = 6{,}92$ cm
„ $P = 1200$ kg „ $\triangle l_p = 5{,}18$ cm
„ $P = 800$ kg „ $\triangle l_p = 3{,}46$ cm.

Die Längenänderung des Seiles infolge Temperaturänderung nimmt folgende Werte an:

Der Temperaturkoeffizient ist $\alpha = 1{,}7 \cdot 10^{-5}$

Für $a = 57$ m wird die Längenänderung pro ^{0}C:

$$57 \cdot 1{,}7 \cdot 10^{-5} = 0{,}097 \text{ cm}$$

für $t =$	-25^0	0^0	15^0	40^0
wird $\triangle l_t =$	$-2{,}42$ cm	0 cm	1,45 cm	3,88 cm.

Für den Fall ohne Schneebelastung wird der Durchhang:

$$F = \frac{0{,}97 \cdot 670 \cdot 12{,}1}{0{,}217\, P} = \frac{36200}{P} \text{ cm.}$$

Für $P = 2600$ kg ist $F = 13{,}9$ cm
„ $P = 2400$ kg „ $F = 15{,}0$ cm
„ $P = 2000$ kg „ $F = 18{,}0$ cm
„ $P = 1600$ kg „ $F = 22{,}6$ cm
„ $P = 1200$ kg „ $F = 30{,}0$ cm
„ $P = 800$ kg „ $F = 45{,}1$ cm.

In der Fig. 5 sind die entsprechenden Kurven aufgezeichnet. Auf die Konstruktion der Kurven $\triangle l_p = f(p)$ wurde verzichtet, um die Zeichnung nicht zu überlasten. Die ∇l_0-Kurven wurden deshalb direkt gezeichnet.

Fällt man das Lot durch den der Voraussetzung entsprechenden Punkt $P_o = 2000$ kg und zieht im Schnittpunkt mit der $\triangle l_o$ (mit Schnee)-Kurve die Horizontale, so erhält man folgende Seilzüge und Durchhänge:

$t_o = \quad 0^0$	$P_o = 2000$ kg	mit Schnee;	$F = 58{,}7$ cm
$t = \quad 0^0$	$P = 1665$ kg	ohne Schnee;	$F = 21{,}5$ cm
$t = -25^0$	$P = 2190$ kg	„ „	$F = 16{,}5$ cm
$t = \quad 15^0$	$P = 1360$ kg	„ „	$F = 26{,}4$ cm
$t = \quad 40^0$	$P = \quad 900$ kg	„ „	$F = 40{,}2$ cm.

Die Formel von Jobin zur rechnerischen Behandlung desselben Problems lautet:

$$p^3 + p^2 \left[\frac{\gamma_o^2 \, a^2 \, E}{24 \, p_o^2} + \left\{ (t - t_o) \, \alpha \, E \right\} - p_o \right] = \frac{\gamma^2 \, a^2 \, E}{24},$$

eine Gleichung dritten Grades, die am besten und genau genug mit Hülfe des Rechenschiebers gelöst werden kann. Den Durchhang erhält man aus: $F = \dfrac{\gamma \, a^2}{8 \, p}$.

Setzt man die entsprechenden Werte ein, so erhält man:

$t_o = \quad 0^0 \; P_o = 2000$ kg mit Schnee; $F = 58{,}7$ cm

$t = \quad 0^0 \; P = 1670$ kg ohne Schnee; $F = 21{,}6$ cm

$t = -25^0 \; P = 2190$ kg ohne Schnee; $F = 16{,}5$ cm

$t = \quad 15^0 \; P = 1360$ kg ohne Schnee; $F = 26{,}6$ cm

$t = \quad 40^0 \; P = \quad 900$ kg ohne Schnee; $F = 40{,}2$ cm.

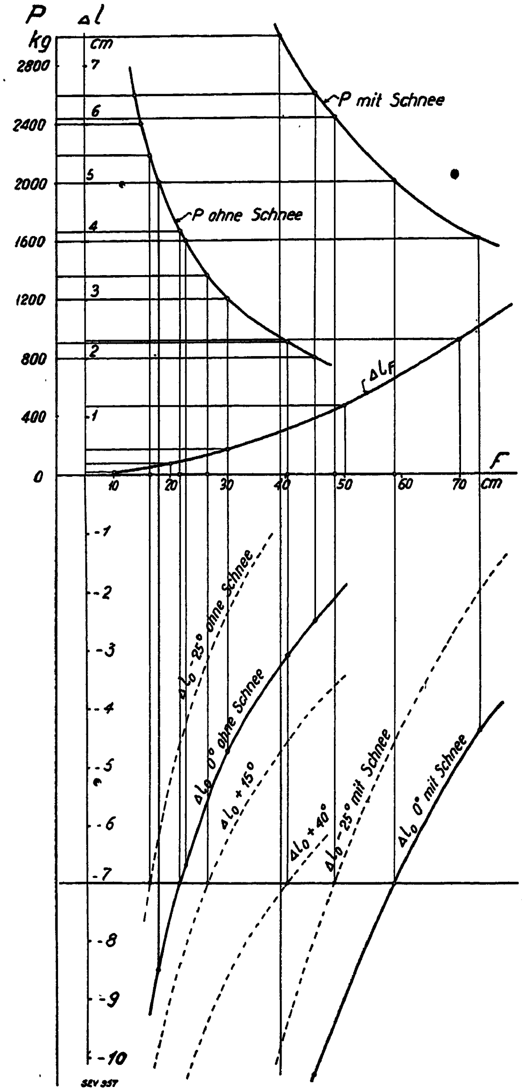


Fig. 5.
Graphische Darstellung der Beziehung zwischen Seilzug und Durchhang des nach Fig. 4 belasteten Seiles.

Die Uebereinstimmung ist praktisch genügend genau; die graphische Methode bietet aber noch den Vorteil, dass sie jeden schwerwiegenden Fehler sofort aufdeckt und dass die Ausgangsbedingungen P_o und t_o ohne irgendwelche Aenderung der Zeichnung variiert werden können. Der maximal zulässige Seilzug ist sofort ersichtlich und kann als Ausgangsbedingung festgelegt werden.

Wertvoll ist jedoch diese graphische Berechnungsmethode erst dann, wenn, wie eingangs erwähnt, die mathematischen Mittel versagen. Im folgenden sollen Durchhang und Seilzug ermittelt werden für das in Fig. 1 dargestellte Beispiel.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, besteht die Einzellast im Zuge der Leitung aus 4 Motorisolatoren und total ca. 10 m Verbindungsseil mit einem Querschnitt von 100 mm².

Gewicht der Einzellast:	4 Motorisolatoren zu 16,8 kg	=	67,2 kg
	10 m Seil zu 0,89 kg/m . .	=	8,9 kg
	Totalgewicht	=	76,1 kg.

Der Abstand der Einzellast vom linken Abspannpunkt beträgt 11 m. Im übrigen sind die Werte für *a*, *E* und α dieselben, wie im vorstehend durchgerechneten Beispiel ohne Einzellast. In der Fig. 6 sind der Kräfteplan und das Seilpolygon konstruiert. Die Grundlagen für die graphischen Berechnungen der Fig. 7 sind im folgenden zusammengestellt.

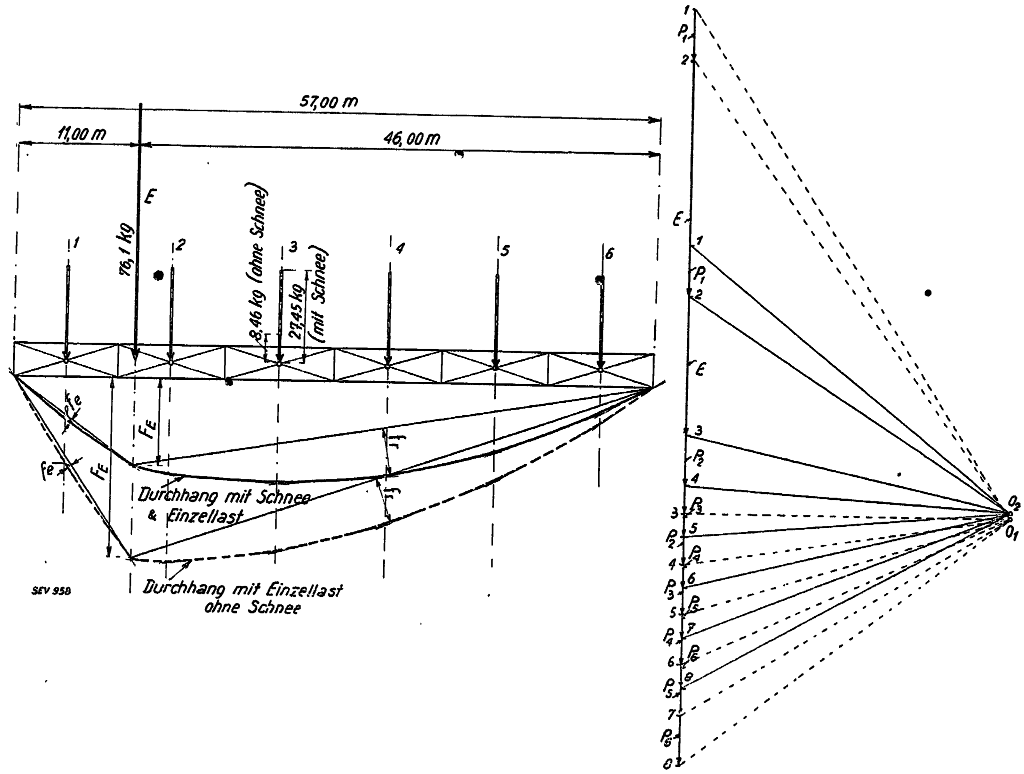


Fig. 6.
Kräfteplan eines Seiles mit stetig verteilter Last und einer Einzellast.
Ausgezogene Linien: Seilpolygon und Durchhangkurve mit Schnee- und Einzellast.
Gestrichelte Linien: Seilpolygon und Durchhangkurve mit Einzellast, ohne Schnee.

Verwendete Zeichen:

F_E = Durchhang am Ort der Einzellast;
a_{El} = Abstand der Einzellast vom linken Abspannpunkt;
a_{Er} = „ „ „ „ rechten „
l_{El} = Sehnenlänge vom Abspannpunkt links bis zur Einzellast;
l_{Er} = „ „ „ rechts „ „ „
f_l = Durchhang des linken Teilstückes der Sehne gegenüber;
f_r = „ „ rechten „ „ „ „
Δl_{El} = Seil-Längenänderung der Sehne des linken Teilstückes;
Δl_{Er} = „ „ „ „ „ rechten „
Δl_{fl} = „ „ des Bogens des linken „
Δl_{fr} = „ „ „ „ „ rechten „
Δl_F = Totale Seil-Längenänderung.

Ermittlung der $P = f(F_E)$-Kurve für Schneelast und Einzellast.

0° C, Schnee

Längenmasstab: 1 cm = 670 cm.

Kräftemasstab:

Horizontalzug: 1 cm = 0,217 P kg,
Vertikalzug: 1 cm = 39,2 kg.

Wie im berechneten Beispiel ohne Einzellast, darf P durch den Horizontalzug H ersetzt werden.

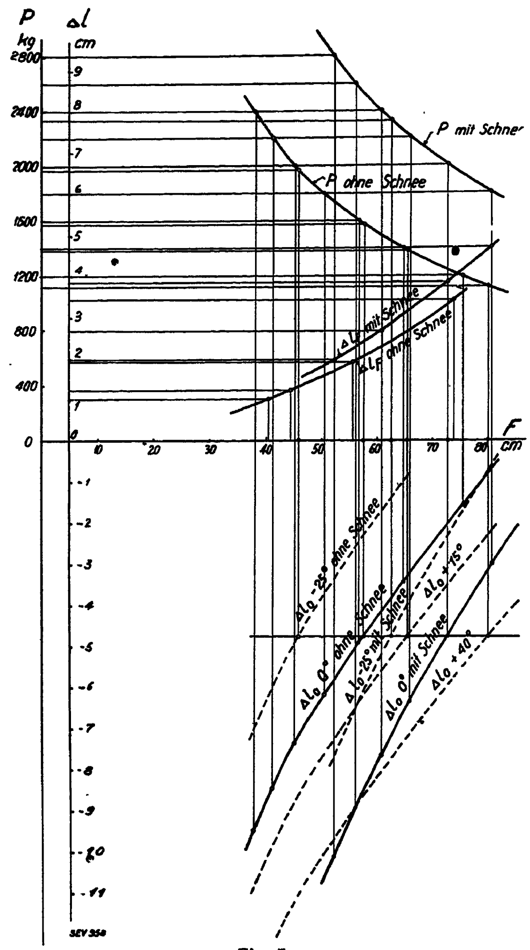


Fig. 7.
Graphische Darstellung der Beziehung zwischen Seilzug und Durchhang des nach Fig. 6 belasteten Seiles.

Durchhangsmasstab:

$$1 \text{ mm} = \frac{670 \cdot 39{,}2}{0{,}217 \cdot P} = \frac{121\,000}{P} \text{ mm.}$$

Nach graphischer Konstruktion ist F_E für Schnee und Einzellast = 12,0 mm am Punkte der Einzellast. Der Durchhang

ist also $F_E = \dfrac{145\,400}{P}$ cm.

Für P = 2000 kg ist F_E = 72,7 cm
„ P = 2400 kg „ F_E = 60,6 cm
„ P = 2800 kg „ F_E = 52,0 cm

Ermittlung der $\triangle l_F = f(F_E)$-Kurve für Schnee und Einzellast.

Die totale Seillänge setzt sich aus zwei Teilstücken bis zum Aufhängepunkt der Einzellast zusammen. Die Berechnung der Sehnen der Teilstücke geschieht aus dem Durchhang F_E und der Teilspannweite. Aus der Länge l der Sehne und dem grössten Durchhang f über der Sehne kann der Teilbogen oder dessen Verlängerung berechnet werden $\triangle l_t = \dfrac{8}{3\,l} F^2$.

F_E = 72,7 cm.

$$\triangle l_{El} = l_{El} - a_{El} = \sqrt{F_{El}^2 + a_{El}^2} - a_{El}$$
$$= \sqrt{72{,}2^2 + 1100^2} - 1100 = 2{,}43 \text{ cm}$$

$$\triangle l_{fl} = \frac{8}{3\,l_{El}} f_l^2 = \frac{8}{3 \cdot 1102{,}44}\, 2{,}74^2$$
$$= 0{,}02 \text{ cm}$$

Analog bestimmt man

$\triangle l_{Er}$	= 0,58 cm
$\triangle l_{fr}$	= 0,82 cm

und erhält für

F_E = 72,7 cm	$\triangle l_F$ = 3,85 cm
„ F_E = 60,6 cm	$\triangle l_F$ = 2,66 cm
„ F_E = 52,0 cm	$\triangle l_F$ = 1,96 cm

Ermittlung der $P = f\,(F)$-Kurve mit Einzellast, ohne Schnee.

Horizontalzug: 1 cm = 0,217 P kg
Vertikalzug: 1 cm = 12,1 kg

$$\text{Durchhang:}\quad 1\ \text{cm} = \frac{670 \cdot 12{,}1}{0{,}217 \cdot P} = \frac{37300}{P}\ \text{mm};$$

nach graphischer Konstruktion ist F_E = 24,2 mm.

$$\text{Der Durchhang ist folglich:}\qquad F_E = \frac{905000}{P}\ \text{mm.}$$

Für P = 2000 kg ist F_E = 45,2 cm
„ P = 1600 kg „ F_E = 56,6 cm
„ P = 1200 kg „ F_E = 75,4 cm
„ P = 2200 kg „ F_E = 41,1 cm

Ermittlung der $\triangle l_F = f\,(F_E)$-Kurve ohne Schnee, mit Einzellast.

F_E = 41,1 cm $\triangle l_F$ = 1,01 cm
F_E = 45,2 cm $\triangle l_F$ = 1,22 cm
F_E = 56,6 cm $\triangle l_F$ = 1,92 cm
F_E = 75,4 cm $\triangle l_F$ = 3,42 cm

Aus diesen Daten kann nun die graphische Berechnung für das Seil durchgeführt werden. Die Fig. 7 zeigt in klarer Weise den Zusammenhang zwischen Temperatur, Schneezusatzlast, Seilzug und Seildurchhang. Will man, wie es für diesen Fall erforderlich ist, möglichst geringe Durchhangsdifferenzen für die möglichen Grenzpunkte haben, so untersucht man, wo die Zugbeanspruchung am grössten wird. Die Annahme von 2 kg Schnee pro m bei 0° entspricht dem neuen Entwurf der Vorschriften für Starkstromanlagen, die Kurve für −25° und Schnee kommt praktisch für die Kontrolle eines oberen Grenzwertes nicht in Frage. Da die Streckgrenze für Kupferseile bei 28 kg/mm² liegt, ist eine grösste Beanspruchung von 20 kg/mm², wie sie bei 0° mit Schnee auftritt, nicht unzulässig. Dieser Seilzug wird deshalb als Anfangsbedingung zugrunde gelegt. In der Fig. 8 sind Durchhang und Seilzug in Funktion der Temperatur dargestellt.

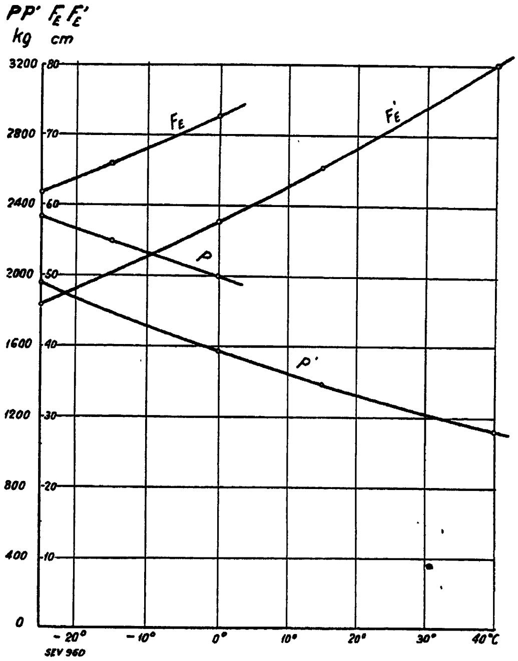


Fig. 8.
Durchhang und Seilzug in Funktion der Temperatur.

Auf Grund dieser Kurven kann bei der Montage ermittelt werden, mit welchem Zug das Seil bei der betreffenden herrschenden Temperatur gespannt werden muss, damit bei 0° mit Schnee die Beanspruchung von 20 kg/mm² nicht überschritten wird.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Ein neues Relais für den Impedanzschutz von Kabeln und Freileitungen [1]).

621.317.4:621.317.8

Das Anwendungsgebiet des Impedanzschutzes, so genannt, weil die Auslösung der Schalter durch ein Relais besorgt wird, welches auf Aenderung der Stromkreis-Impedanz anspricht, sind Kabel- und Freileitungsnetze mit mittleren Spannungen. In Höchstspannungsnetzen kann das einwandfreie Arbeiten des Impedanzschutzes durch den bei Kurzschluss meist auftretenden Lichtbogen mit hohem Ohmschen Widerstand in Frage gestellt werden. In solchen Fällen verwendet man Relais, die auf Aenderungen der Reaktanz ansprechen und man spricht dann von einem Reaktanzschutz.

Impedanzrelais werden von verschiedenen Firmen gebaut. Bei dem hier zu beschreibenden Siemens-Relais ist die ganz klare Gliederung in einzelne mechanisch und elektrisch getrennte Teilapparate bemerkenswert, von denen jeder

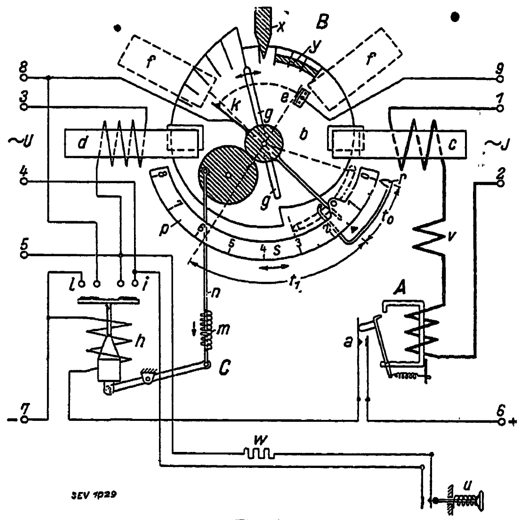


Fig. 1.
Prinzipschema des Anregerelais und des Widerstandsmesswerkes.

eine genau umgrenzte Teilaufgabe erfüllt, nämlich:

a) das Anregerelais *A*, das als Ueberstromrelais den Kurzschluss momentan feststellt und durch sein Ansprechen das Arbeiten des Widerstandsmesswerkes einleitet (*A* erregt durch Schliessen seines Kontaktes *a* (Fig. 1) den Hubmagneten *h*, der seinerseits die Feder *m* spannt und so ein Laufwerk in Bewegung setzt);

b) das Widerstandsmesswerk, das den Scheinwiderstand nach dem Induktionsprinzip misst. Die Ferrarisscheibe dieses Messwerkes wird von den Antriebskernen *c* (Stromspule) und *d* (Spannungsspule) angetrieben und dreht sich so lange, bis die Drehmomente der beiden Antriebskerne sich das Gleichgewicht halten. Durch diese Drehung der Scheibe wird der auf ihr sitzende Kontakt *e* in eine bestimmte Lage gebracht und damit die Weglänge und die Laufzeit für den Gegenkontakt *k* am Laufwerk entsprechend der Grösse des Scheinwiderstandes auf einen bestimmten Wert eingestellt. Die Magnete *f* dienen zur Dämpfung der Scheibendrehung. Die Nullstellung des Kontaktes *k* lässt sich durch einen Drehknopf *p* (Fig. 2) verstellen und damit auch die Schaltzeit des Laufwerkes für einen bestimmten Impedanzwert. Ein Schleppzeiger wird vom Laufwerk mitgenommen und zeigt nach dem Ansprechen die tatsächliche Schaltzeit an. Für den Betrieb sehr wertvoll ist die Möglichkeit einer Prüfung des Widerstandsmesswerkes durch einfaches Umlegen eines Schalters.

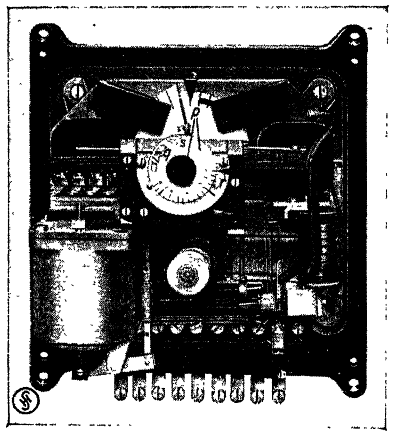


Fig. 2.
Zusammenbau des Anregerelais und des Widerstandsmesswerkes.

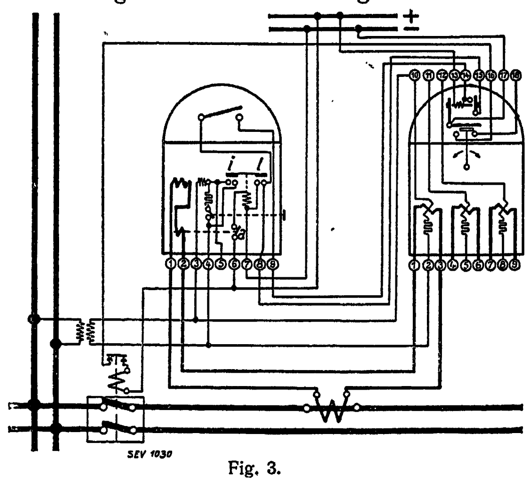


Fig. 3.
Prinzipschaltung des Impedanzschutzes.

Die erwähnten Teile *a* und *b* sind auf derselben Grundplatte montiert (Fig. 2) und in gemeinsamem Gehäuse untergebracht, wogegen der dritte Teil, das Energie-Richtungsrelais,

[1]) Siehe Bull. S. E. V. 1928, No. 16, S. 509; 1929, No. 9, S. 249; Siemens-Zeitschrift 1928, No. 11, S. 668.

ganz getrennt in einem eigenen Gehäuse untergebracht ist. Dieses (rechts in Fig. 3) hat drei mechanisch miteinander gekuppelte dynamometrische Systeme, entsprechend den drei Phasen einer Drehstromleitung. Da die Drehmomente sich addieren, wird die Empfindlichkeit dieses Relais eine besonders grosse. Das bewegliche Organ trägt keine Kontakte, sondern nur ein Isolationsplättchen, das sich je nach der Energierichtung über einen Kontakt legt oder ihn freigibt. Die Betätigung des Kontaktes selbst, der für beträchtliche Schaltleistungen gebaut ist, erfolgt durch einen fremdgesteuerten Gleichstrommagneten. So kann das bewegliche System leicht und empfindlich gehalten werden und sein Leistungsbedarf ist nur sehr gering.

Die Zusammenarbeit von Impedanzrelais und Richtungsrelais (Fig. 3) ist kurz folgende: Wenn das Messwerk des Impedanzrelais zwischen *k* und *e* (Fig. 1) Kontakt macht, so schliesst sich der Stromkreis für den Gleichstrommagneten des Richtungsrelais, das somit seine Kontakte schliessen will. Je nach der Richtung des Energieflusses ist dieser Kontaktschluss tatsächlich möglich (der Schalter wird ausgelöst) oder das vom beweglichen System getragene Isolierplättchen liegt zwischen den Kontakten und verhindert das Schliessen des Stromkreises für den Auslösemagneten des Linienschalters. Nach Verschwinden des Kurzschlusses fällt Relais *A* ab und damit fallen auch die übrigen Verbindungen zusammen, die die Einstellung des Messwerkes und die Kontaktgabe des Richtungsrelais bewirkten. Die ganze Relaisanordnung ist sofort bereit, die Abschaltung eines neuen Kurzschlusses einzuleiten. *A. Walter.*

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Das «Elektrodorf» an der 35. Wanderausstellung der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft vom 4. bis 9. Juni in München. 630

Von der Erfahrung ausgehend, dass sinnfällige Darstellung auf den Beschauer einer Ausstellung den grössten und nachhaltigsten Eindruck macht, haben die Vereinigung der Elektrizitätswerke e. V. unter Beteiligung des Zentralverbandes der deutschen elektrotechnischen Industrie es unternommen, an der diesjährigen Wanderausstellung der deutschen Landwirtschaftsgesellschaft in München ein ganzes vollständig elektrifiziertes Dorf zur Schau zu bringen. Damit wurden die von bisherigen Ausstellungen bekannten «Elektrohöfe»

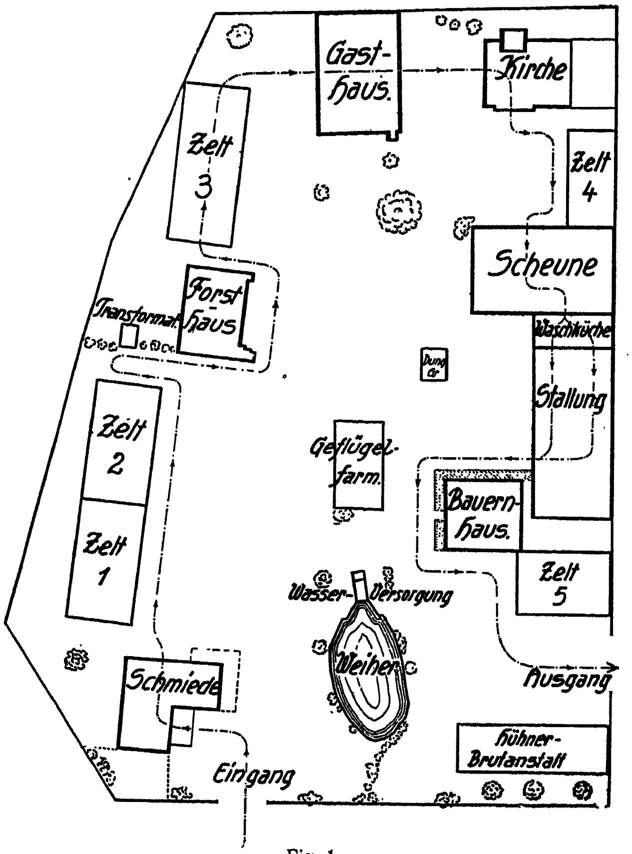


Fig. 1.
Lageplan des Elektrodorfes.

verlassen und ein Gesamtbild von den vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten der Elektrizität in der Landwirtschaft geschaffen. Wenn man bedenkt, dass die landwirtschaftlichen Wanderausstellungen nur wenige Tage dauern, ist dieser Entschluss um so höher einzuschätzen.

Esse mit elektrischem Gebläse, in der zwei Schmiede praktisch tätig sind. Sämtliche in Schmieden verwendeten Apparate, wie Hammer, Sägen, Stanzen, Lötkolben, Bohrmaschinen, Punktschweissmaschinen, werden im Betriebe vorgeführt. Ein Dorfweiher mit einem elektri-



Fig. 2.
Die Schmiede.



Fig. 3.
Das Forsthaus.

Das ganze Dorf stellt einen oberbayrischen Gebirgsort dar, eingefasst von einer Backsteinmauer (Fig. 1). Durch entsprechende Mittel ist der Eindruck eines wirklichen Dorfes gut zur Wirkung gekommen. Am Eingang befindet sich die *Dorfschmiede* (Fig. 2) mit funkensprühender

schen Pumpwerk dient als Muster für eine ländliche Wasserversorgung. Daran anschliessend befindet sich die Geflügelfarm mit elektrischer Beleuchtungsanlage, die dazu dienen soll, durch Verlängerung des Tageslichtes im Winter die Legetätigkeit der Hühner zu steigern. Ein

Staubsauger mit Zerstäubungseinrichtung dient zum Zerstäuben von Desinfektionsmitteln. Zur Hühnerfarm gehört auch die Brutanstalt am Ausgang des Dorfes. Dort sind elektrische Wasserbrüter (Glucken) aufgestellt zur künstlichen Ausbrütung der Eier.

richtung, die Wohnstube, die Küche, das Schlafzimmer mit Bad von aussen überblickt werden kann. In diesen Räumen führt das Försterehepaar, unterstützt durch einen verborgenen Sprecher, der durch einen Lautsprecher an das Publikum spricht, ein kleines, etwa eine Viertel-



Fig. 4.
Das Gasthaus.



Fig. 5.
Das Bauernhaus.

Den Clou der Ausstellung bildet offenbar das *Forsthaus* (Fig. 3), das als lebender Kino dient, denn hier wird coram publicae vor Augen geführt, wie im Haushalt die Elektrizität eine vielseitige Anwendung findet. Das Haus ist auf einer Seite offen, so dass die ganze Innenein-

stunde dauerndes Spiel auf, das den ganzen Verlauf eines Haushaltes vom Aufstehen bis zum Mittagessen zur Darstellung bringt.

Bei dieser Gelegenheit finden natürlich alle möglichen elektrischen Apparate, Badeboiler, Strahlofen, Heizteppich, Wandventilator, Heiss-

luftdusche, Brennscherenwärmer, Tauchsieder, Staubsauger, Bohner, Eierkocher, Nähmaschine, Kaffee- und Teemaschine, Brotröster, Küchenboiler, Kühlschrank, elektrischer Herd, Elektro-Oekonom, Kochplatte, Waschautomat usw. praktische Anwendung. Die grosse Zuschauermenge, die jeweilen den Vorführungen folgte, dürfte den Beweis erbracht haben, dass sie ihren Zweck erfüllen.

An der Dorfstrasse steht das *Wirtshaus* (Fig. 4), durch das ein breiter Gang führt. Auf der linken Seite befindet sich eine mit allem Zubehör eingerichtete elektrische Kühlanlage, daneben eine Metzgerei mit verschiedenen elektrischen Maschinen und Apparaten. Auf der rechten Seite schaut man in die Gaststube, die mit verschiedenen kleinen Apparaten, wie Ventilator, Wärmeplatte, Staubsauger, Messerputzmaschine, Boiler usw., ausgestattet ist. Daneben erhält man Einblick in die elektrisch eingerichtete Gasthausküche. Vor einem grossen Herd mit Bratofen, Grill, sind Schülerinnen bayrischer wirtschaftlicher Frauenschulen tätig, die für den Eigenbedarf kochen, braten und backen. Selbstverständlich fehlen auch Heisswasserspeicher, Kühlmaschine und alle möglichen Küchenmaschinen nicht. Besondere Aufmerksamkeit verdient ein in die Küche eingebauter elektrischer Speicherbackofen, in dem das erforderliche Brot gebacken wird. Dabei hat es die Meinung, dass dieser Backofen Eigentum der Gemeinde sei, deren Angehörigen der Ofen zur Benutzung offen steht.

Auch die *Kirche* fehlt nicht. Ein Druck auf den Knopf setzt die Glocke des Turmes vermittelst einer elektrischen Anlage in Bewegung. Mit einer Schaltuhr kann die Glocke für bestimmte Tageszeiten beliebig lange selbsttätig in Bewegung gesetzt werden. Selbstverständlich kann das Inbetriebsetzen der Glocke von beliebigen Punkten des Dorfes, auch vom Feuerwehrkommandanten, dem Küster, dem Bürgermeister aus geschehen. Das Gangwerk der Uhr wird ebenfalls elektrisch betrieben.

Den eigentlich landwirtschaftlichen Teil des Dorfes bildet der Bauernhof. Um einen Hof gruppieren sich die Scheune, die Stallungen und das Wohnhaus. In der Scheune sind eine Reihe von Maschinen in Betrieb zu sehen, wie sie der Landwirtschaftsbetrieb braucht: Höhenförderer, Sackstopfmaschinen, Sackwinde, Saatveredler, Häckselschneider, Kreissäge, Schleifstein, Heuaufzug usw. Beim Verlassen der Scheune kommt man an der Waschküche vorbei, die gleichzeitig als Bügelraum benutzt wird. Dieser Raum ist mit elektrischen Waschmaschinen, Bügelmaschinen, Bügeleisen und Warmwasserspeicher mit erhöhter Leistung ausgestattet. Man gelangt zu den Stallungen, die mit Tieren belegt sind. Im Kuhstall ist eine Melkmaschine in Betrieb zu sehen. Eine Viehreinigungsmaschine sorgt für Hygiene im Stall. Auch die Pferde im nebenan liegenden Pferdestall werden elektrisch geschoren und gestriegelt. Ein Staubsauger besorgt das Reinigen von Staub und Schmutz. Eine besondere Form dieses Apparates gestattet das Abfangen der Fliegen von den Wänden. Der Schweinestall ist mit einem elektrischen Dämpfer ausgerüstet.

Auf dem *Hofe des Anwesens* sind verschiedene landwirtschaftliche Maschinen aufgestellt, wie Dreschwagen mit Strohpresse und Motorwagen, Garbengebläse mit Motorwagen, Jauchepumpe. Zur Beförderung des ausgedroschenen Strohs auf den hochliegenden Strohboden dient ein Höhenförderer sowie ein Garbengebläse. Der elektrische Aufzug schafft das Heu zum Heuboden.

Das Dorf verlässt man beim *Bauernhaus* (Fig. 5), das ebenfalls vollständig elektrisch eingerichtet ist und als Auskunftsstelle dient.

Ueber das Dorf zerstreut, aber so, dass der Besucher gezwungen ist, vorbei zu passieren, sind die *Ausstellungszelte der Industrie* aufgestellt, welche die vielartigen elektrischen Apparate zur Schau stellen. Genügend Personal steht zur Auskunfterteilung zur Verfügung.

Die Mehrzahl der gezeigten elektrischen Apparate ist derart Gemeingut geworden, dass es überflüssig wäre, näher darauf einzutreten. Im ganzen gewinnt man den Eindruck, dass sich die deutsche elektrotechnische Industrie mit Erfolg bemüht, auf dem Gebiete der Elektrizitätsanwendungen mit der Zeit vorwärts zu schreiten.

Im Gegensatz zur Schweiz ist in Deutschland die *elektrische Küche* noch ein Problem, das man zu lösen sucht. Das Bestreben der deutschen Elektrizitätswerke und der Industrie geht dahin, die Stromkosten der elektrischen Küche durch Ausnutzung ihrer Vorteile möglichst herunterzusetzen. Es soll das geschehen durch die Verwendung von geschlossenen Kochräumen in Verbindung mit Kochplatten. Auf diesen sollen Speisen mit kurzer Kochzeit bereitet werden, während Speisen, die einer längeren Kochzeit bedürfen, in den geschlossenen Kochraum gebracht werden. Ein Vorläufer dieser Kochweise sind die bekannten «Elektro-Oekonom» (700 W) sowie die Protos-Brat- und Backröhre. Wenn solche Apparate in Verbindung mit Kochplatten gebraucht werden, so resultiert daraus eine wesentliche Stromersparnis. Die neueste Bratröhre «Carnefix» mit Reflektor der A. E. G. hat nur einen Anschlusswert von 1000 W bei dreifacher Regulierung. Kochplatten sowie Bratröhre können einzeln geliefert werden, was in ländlichen Verhältnissen oft ausschlaggebend ist. Die Apparate (Kochplatten und Bratröhren) werden nebeneinander aufgestellt, entweder auf den Boden oder an die Wand gehängt. Die Vereinigung deutscher Elektrizitätswerke bemüht sich gegenwärtig, eine Kombination von geschlossenem Kochraum und Kochplatten zu schaffen, die gute Erfolge verspricht.

An der Ausstellung nicht vertreten waren Bestrebungen, die in der Schweiz seit Jahren verfolgt werden, wie: Elektrokultur, Pflanzenbeetheizung, künstliches Dörren des Futters, Ultraviolettbestrahlung von Milch und Tieren, Sterilisierung von Most usw. *A. Härry.*

Bericht des amerikanischen «Lamp Comittee» pro 1928/29. 621.326

Diesem Bericht, der vor wenigen Wochen herausgegeben wurde, sind einige interessante Angaben zu entnehmen.

Die Zahl der in den U. S. A. 1928 verkauften normalen Metallfadenlampen betrug 312 Millionen (ca. 2,5 Lampen pro Einwohner), dazu kommen aber noch ca. 227 Millionen Miniaturlampen:

42	Millionen	Lampen	für	Reklamebeleuchtung,
132	»	»	»	Automobile,
45	»	»	»	Weihnachtsbaum- u. Dekorationsbeleuchtung,
8	»	»	»	verschiedene Zwecke.

Von den normalen Lampen werden ca. 91 % für 110—130 V gebaut und nur ca. 3 % für 230 V und der Rest für andere Spannungen. Der Preis der Lampen beträgt heute nur noch 50 % des Vorkriegspreises. Für alle Lampen von 10 bis und mit 60 W ist der Listenpreis heute 20 Cents. Es werden mehr und mehr Lampen mit mattiertem Glase gebraucht; sie sind nicht teurer als diejenigen mit hellem Glase. Die grösste bis jetzt gebaute Glühlampe absorbiert 50 kW [1]). Zur Beleuchtung von Springbrunnen und Schwimmbassin werden besondere Unterwasserlampen gebaut; sie dienen auch, um zur Ernährung der Fische die Mücken an die Wasseroberfläche zu locken.

Energieverbrauch zum elektrischen Heizen.

644.26

In «Electrical World» vom 2. März 1929 wird berichtet, dass in Fort Wayne, Ind., wo das Klima vom unsrigen nicht sehr verschieden ist, in mehreren Häusern elektrische Heizung eingeführt worden sei. In einem Hause, das von sechs Personen bewohnt und einen geheizten Kubikinhalt von ca. 800 m³ hat, seien zur Aufrechterhaltung einer Temperatur von 18° und Warmwasserbereitung im Dezember 1928 (der als mild bezeichnet wird) 6500 kWh gebraucht worden. Der Berichterstatter schätzt den Energieverbrauch für einen ganzen Winter auf 40 000 kWh, für welche im Mittel ca. 1,1 Cents pro kWh bezahlt wurden.

Man sieht aus obigen Zahlen wieder, dass, wenn in der Schweiz alle Haushaltungen ausschliesslich elektrisch heizen würden, dafür eine Winterleistung disponibel sein müsste, die mehr als das zehnfache der heute disponiblen Leistung zu betragen hätte.

Energieverbrauch für die öffentliche Beleuchtung.

621.321.5

Derselbe beträgt heute laut einer Statistik in den grösseren Schweizerstädten pro Jahr und Kopf der Bevölkerung in:

Genf	30,2 kWh
Neuchâtel	25,1 »
Luzern	18,5 »
Bern	15,1 »
Basel	14,8 »
Lausanne	14,6 »
Zürich	10,3 »
St. Gallen	7,0 »

Bei Vergleichung der Zahlen darf man nicht ausser acht lassen, dass in verschiedenen Städten die Gasbeleuchtung noch nicht ganz durch die elektrische ersetzt ist.

1) Siehe Bull. S. E. V. 1929, No. 1, S. 7.

Unverbindliche mittlere Marktpreise je am 15. eines Monats.

Prix moyens (sans garantie) le 15 du mois.

		Juli *juillet*	Vormonat Mois précédent	Vorjahr Année précédente
Kupfer (Wire bars) *Cuivre (Wire bars)*	Lst./1016 kg	84/10	84/10	69/5
Banka-Zinn . . . *Etain (Banka)* . .	Lst./1016 kg	218/—	200/13/9	209/1/3
Zink . . . . . . *Zinc*	Lst./1016 kg	25/7/6	26 3/9	25/5
Blei . . . . *Plomb*	Lst./1016 kg	22/15	23/10	20/5
Formeisen . . . *Fers profilés* . . .	Schw. Fr./t	133.—	132.—	126.—
Stabeisen . . . . *Fers barres* . . .	Schw. Fr./t	156.—	159.—	147.50
Ruhrnusskohlen *Charbon de la Ruhr* } II 30/50	Schw. Fr./t	45.80	45.80	45.—
Saarnusskohlen *Charbon de la Saar* } I 35/50	Schw. Fr./t	46.50	45.—	42.—
Belg. Anthrazit . . *Anthracite belge* .	Schw. Fr./t	72.—	72.—	70.—
Unionbrikets . . . *Briquettes (Union)* .	Schw. Fr./t	38.—	38.—	38.—
Dieselmotorenöl (bei Bezug in Zisternen) . . . . *Huile pour moteurs Diesel (en wagon-citerne)*	Schw. Fr./t	106.—	106.—	108.—
Benzin *Benzine* } (0,720) .	Schw. Fr./t	295.—	295.—	270.—
Rohgummi . . . . *Caoutchouc brut* .	sh/lb	0/11 1/8	0/10 5/8	0/9
Indexziffer des Eidgenössischen Arbeitsamtes (pro 1914=100) . . . *Nombre index de l'office fédéral (pour 1914=100)*		161	161	160

Bei den Angaben in engl. Währung verstehen sich die Preise f. o. b. London, bei denjenigen in Schweizerwährung franko Schweizergrenze (unverzollt).

Les prix exprimés en valeurs anglaises s'entendent f. o. b. Londres, ceux exprimés en francs suisses, franco frontière (sans frais de douane).

Revenus des entreprises de production et de distribution d'énergie électrique aux Etats-Unis.

A l'occasion de la 52^{me} réunion de la National Electric Light Association Mr. Sloane, le vice-président de cette association, a déclaré qu'aux Etats-Unis pour chaque dollar investi dans les entreprises de production et distribution d'énergie le nombre de kWh vendu annuellement avait été

en 1922	et en 1927
de 7,54 kWh	de 6,61 kWh
(12,5 kWh)	(14,8 kWh)

et que la recette par dollar investi avait été

en 1922	et en 1927
de 21,1 cents	17,9 cents
(16,9 cents)	(16,2 cents)

et le prix de vente moyen par kWh produit avait été

en 1922	et en 1927
2,81 cents	2,70 cents
(7,05 centimes)	(5,6 centimes)

Pour satisfaire notre curiosité, nous avons établi, aussi exactement que possible, les chiffres correspondants pour la Suisse et les avons indiqués entre paranthèses immédiatement sous les chiffres américains; comme pour les chiffres américains, il ne s'agit que d'évaluations qui ne peuvent prétendre à une exactitude rigoureuse.

Stromausfuhrbewilligungen.

Der neu zu gründenden «Aktiengesellschaft Kraftwerk Rekingen» mit Sitz in Rekingen (Baden) wurde, nach Anhörung der eidg. Kommission für Ausfuhr elektr. Energie, unterm 5. Juli 1929 vom Bundesrat die Bewilligung (No. 103) erteilt, elektrische Energie aus dem schweizerischen Kraftanteil des Rheinkraftwerkes Rekingen nach Deutschland auszuführen, unter der Voraussetzung, dass die neue Gesellschaft gemäss dem vorgelegten Gründungsvertrage zu gleichen Teilen durch die «Lonza Elektrizitätswerke und chemische Fabriken A.-G., Basel» und die «Lonza-Werke G. m. b. H. in Waldshut» gebildet wird.

Die zur Ausfuhr bewilligte Leistung ist jeweilen gleich der Hälfte der im Grenzkraftwerk Rekingen erzeugbaren Leistung, abzüglich 640 Kilowatt Vorzugskraft für die Kantone Zürich und Aargau, sofern von diesem Bezugsrecht Gebrauch gemacht wird, sowie der Hälfte des Eigenbedarfes. Sie beträgt im Maximum 16 000 Kilowatt bei einer mittleren Jahresarbeit des ganzen Werkes von rund 215 Millionen Kilowattstunden.

Im Falle eines Mangels an Winterenergie in der Schweiz kann die Energieausfuhr zwecks Verbesserung der Inlandsversorgung in der Zeit vom 15. Oktober bis 15. April bis auf 40 % des schweizerischen Anteiles der jeweils im Werk Rekingen verfügbaren Leistung eingeschränkt werden.

Die Bewilligung dauert 20 Jahre vom Datum des Beginnes der ersten Ausfuhrlieferung an gerechnet. Sie gilt als erloschen, wenn das Kraftwerk Rekingen am 31. Oktober 1936 noch nicht auf eine installierte Leistung von 18 000 Kilowatt ausgebaut sein sollte. Eine Verlängerung der Dauer der Bewilligung um weitere 20 Jahre wurde zugesichert, sofern und soweit nach Ablauf der ersten 20 Jahre die Energie im Inlande keine Verwendung findet.

Der Nordostschweizerische Kraftwerke A.-G. in Zürich-Baden wurde unterm 3. Juli 1929 vom Eidgenössischen Departement des Innern die vorübergehende Bewilligung (V 27) erteilt, ihre auf Grund der Bewilligungen No. 72 und 91 erfolgende Energieausfuhr nach Badisch-Rheinfelden bei Hochwasser um 1000 Kilowatt, d. h. von 14 725 auf maximal 15 725 Kilowatt zu erhöhen. Die vorübergehende Bewilligung V 27 ist gültig bis 30. September 1929.

Miscellanea.

Conférence internationale des Grands Réseaux électriques à haute tension. (06) 621.319

Comme nous l'annoncions dans le numéro 8 du Bulletin, la 5^{e} *session de la Conférence internationale des Grands Réseaux électriques à haute tension* s'est déroulée à Paris, du 6 au 15 juin 1929. Il est incontestable que le succès de la Conférence va toujours en augmentant; les chiffres touchant à la participation et à l'envergure des travaux sont éloquents à cet égard. Sans citer ceux relatifs aux trois premières sessions (1921, 1923 et 1925), qui accusent déjà une avance continue, disons simplement que la session qui vient de se clore comptait 688 participants (544 en 1927) de 33 (28) pays différents, et que le nombre de rapports présentés a été de 92 (77). L'intérêt que les constructeurs et les exploitants attachent à la Conférence des Grands Réseaux ressort plus particulièrement encore, pour notre pays, du fort contingent d'ingénieurs suisses qui se sont rendus à Paris dans ce but cette année, et qui comptait 31 personnes.

Les séances de travail proprement dites furent au nombre de 12, dont 4, réparties chaque fois sur deux jours consécutifs, consacrées à chacune des trois sections (voir Bulletin 1928, n° 8, page 234).

Les 7 et 8 juin étaient réservés aux travaux de la 1re *section: Matériel et exploitation des centrales et des postes de transformation.* La première matinée portait à son programme les combustibles (1 rapport), les turbines (1 r.) et les alternateurs (5 r.), l'après-midi la marche en parallèle (2 r.) et les interrupteurs (4 r.). Le compte-rendu succinct que nous donnons ici

ne nous permet pas d'entrer dans des détails. Toutefois nous tenons à relever que c'est dans cette deuxième séance que fut présenté le rapport du «Comité suisse des interrupteurs dans l'huile» sur l'enquête internationale qu'il a faite à ce sujet. Ses suggestions pour l'élaboration de règles d'unification concernant la définition des caractéristiques principales des interrupteurs dans l'huile, en particulier de la «puissance de rupture», ont éveillé un vif écho dans l'assemblée. Aussi la Conférence internationale des Grands Réseaux a-t-elle résolu de transmettre, en l'appuyant, le rapport du Comité suisse ainsi que le compte-rendu sténographique de la discussion à laquelle il a donné lieu, à la Commission Electrotechnique Internationale, qui est plus indiquée que d'autres institutions internationales pour proposer à tous les pays adhérents l'adoption des notions unifiées suggérées dans le dit rapport. Comme toute la question est des plus actuelle et continuera sans doute à s'enrichir d'éléments nouveaux, il a été décidé de maintenir le Comité suisse des interrupteurs dans l'huile, sous la présidence de M. Perrochet.

Le programme de la 1^re section portait encore pour samedi matin la question des transformateurs (3 r.) et celle des isolants (3 r.), pour l'après-midi celle des huiles, dont l'importance ressort du nombre et de la diversité des rapports consacrés à cet élément capital des interrupteurs et des transformateurs: 8 études, se rattachant pour la plupart aux essais et aux mesures susceptibles de déceler exactement les propriétés chimiques et diélectriques des huiles.

La 2^e section: Construction, isolation et entretien des lignes figurait à l'ordre du jour des 10 et 11 juin. Le calcul et la construction des lignes aériennes ont donné lieu à des communications substancielles (7 r.), tant dans le domaine des études théoriques que dans celui des réalisations pratiques. Le chapitre des poteaux et pylônes (6 r.) a fourni en particulier l'occasion d'un intéressant échange de vues sur l'emploi et la durée des poteaux en bois; l'heure avancée a malheureusement écourté une discussion qui n'eût pas manqué d'intérêt et d'actualité sur le calcul des pylônes à la torsion. Un rapport anglais sur l'appareillage blindé à haute tension a provoqué une longue discussion et un film américain montra, un peu confusément, comment on conçoit les sous-stations à haute tension en plein air aux Etats-Unis. Citons enfin une communication sur les postes de transformateurs roulants.

La 2^e journée débuta par la discussion des 7 rapports consacrés aux isolateurs, qui eurent le privilège d'être résumés très clairement par un rapporteur spécial connaissant son sujet à fond. La question ayant donné lieu à un échange de vues animé, qui démontra l'importance de suivre attentivement les essais et observations relatifs à la tenue de cet élément essentiel des lignes aériennes, la Conférence décida d'instituer, comme il en existe déjà pour une dizaine de sujets spéciaux, un Comité d'études qui s'occupera des isolateurs et dont la présidence a été confiée à M. van Cauwenberghe, professeur à l'Université de Bruxelles. Un film suggestif a évoqué moins sèchement qu'un simple rapport quelques résultats de recherches de laboratoire à haute tension de l'Ohio insulator Company.

Les câbles souterrains ont fait l'objet de 6 rapports, résumés également par un rapporteur spécial de haute compétence; en outre 2 rapports avaient trait aux «câbles» aériens, l'un à propos des vibrations mécaniques, l'autre au sujet de l'emploi de conducteurs creux.

Les observations relatives aux coups de foudre et les moyens d'y parer sont consignés dans 5 rapports qui, détail intéressant, proviennent tous des Etats-Unis, où les laboratoires et les installations d'essais en plein air sont équipés pour des tensions vis-à-vis desquelles les chiffres dont on s'enorgueillit en Europe paraissent dérisoires, puisqu'on y travaille couramment avec des tensions de 3 millions et demi de volts et que Peek signale même la réalisation de décharges sous 5 millions de volts dans les laboratoires de la General Electric Company.

Les 13 et 14 juin furent consacrés enfin aux travaux de la 3^e *section: Exploitation, protection et interconnexion des réseaux.* 9 rapports sur l'exploitation des réseaux ont accaparé toute la matinée du jeudi. Des résultats d'exploitation recueillis en Suisse, en France, au Japon et en Grande-Bretagne ont illustré par des exemples concrets les difficultés analogues qu'on rencontre dans les pays les plus divers. L'échange d'énergie entre réseaux interconnectés a fait l'objet d'un premier rapport sur le réseau maillé d'Angleterre, d'un second sur les grands réseaux des Etats-Unis et d'un troisième sur les grandes interconnexions de centrales en Belgique. Un rapport américain relatif à la nécessité d'introduire des capacités dans le réseau pour améliorer le cos φ des transports d'énergie électrique à grande distance, sans apporter de solution originale ou des faits nouveaux, a du moins le mérite, comme la discussion l'a mis en lumière, de présenter sans développements mathématiques indigestes quelques principes essentiels dont il est bon que les exploitants gardent une notion claire. La discussion a montré d'ailleurs que l'amélioration du facteur de puissance doit faire l'objet d'une étude spéciale dans chaque cas particulier. Un ingénieur égyptien a fait enfin une communication très écoutée sur les projets d'utilisation de l'énergie produite au barrage d'Assouan, sur le Nil, où l'on envisage le transport à haute tension sous forme de courant continu, d'après le système Thury.

La plus grande partie du jeudi après-midi a été consacrée à la question, déjà soulevée le matin, de la puissance réactive et dont un Comité d'études international, présidé par M. Budeanu (Roumanie), s'occupe très activement. Les travaux remarquables de ce Comité, qui a publié déjà plusieurs fascicules, ont été résumés en outre par son président dans un rapport sur le «Problème de la présence des puissances et des énergies réactives dans les installations de production et de distribution d'énergie électrique». Les résultats de ces travaux seront transmis par la Conférence des Grands Réseaux à la C. E. I., car ils comprennent des suggestions

précises, d'un intérêt international. Le Comité d'études lui-même demeure naturellement en fonction.

La mesure et la tarification de l'énergie rentraient également dans cette section. En ce qui concerne l'énergie réactive, la discussion a montré que c'est bien elle — et non pas le cos φ comme presque partout actuellement — qu'il faudrait facturer, théoriquement du moins, car un orateur a fait remarquer la difficulté pratique d'une tarification semblable; on a proposé aussi d'appeler «boucherot» l'unité de puissance réactive.

La dernière journée de travail avait à son programme la question du neutre à la terre et celle des surtensions, puis celle des télécommunications et de la signalisation, enfin quelques questions diverses ne rentrant pas dans un cadre défini. Les 6 rapports concernant les surtensions et les 2 rapports consacrés à la mise du neutre à la terre ont provoqué des discussions nourries, mais malheureusement un peu confuses par moments, à cause du mélange des questions relatives aux surtensions proprement dites et de celles touchant à la protection sélective. Le chapitre des coups de foudre d'ailleurs, traité déjà le mardi, empiétait nécessairement aussi sur le domaine des surtensions. Aussi le vœu a-t-il été émis de faire à l'avenir une distinction nette entre le problème des surtensions et celui de la protection sélective, et de leur réserver dorénavant deux séances séparées.

Parmi les 4 rapports consacrés aux télécommunications, à la signalisation et à la commande à distance, il y a lieu de relever celui intitulé «Sur l'influence des lignes à haute tension sur les lignes à faible courant», qui relate des résultats d'essai obtenus en Allemagne avec le concours de la maison Siemens & Halske, par le canal de la Commission Mixte Internationale, organe du Comité Consultatif International des communications téléphoniques à grande distance. Ces travaux apportent une confirmation expérimentale précieuse de certains calculs théoriques, ainsi qu'une loi empirique relative à la conductibilité du sol.

Mentionnons enfin que la question d'une statistique internationale de production et de distribution d'énergie électrique, attribuée en 1925 à un Comité d'études, présidé par M. Norberg-Schulz qui a présenté lui-même cette année-ci un rapport à ce sujet, a été remise par la Conférence des Grands Réseaux aux mains de l'Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'énergie électrique, laquelle s'occupe également de cette question et se trouve aussi mieux à même de la poursuivre, de par ses relations directes avec les centrales d'électricité; M. Norberg-Schulz continuera cependant à collaborer aux travaux de l'U. I. P. D. pour l'établissement d'un type international de statistique.

La séance de clôture eut lieu samedi matin, 15 juin, sous la présidence de M. Ulrich, appelé récemment à succéder à M. Legouez à la tête de la Conférence. Les rapporteurs généraux, MM. Roth, Duval et Parodi y présentèrent un compte-rendu sommaire des travaux des trois sections pendant cette 5[e] session, puis on donna connaissance d'un certain nombre de suggestions et de résolutions concernant le programme et la poursuite des travaux de la Conférence. Nous avons énuméré déjà les plus importantes d'entre elles: vœux transmis à la C. E. I., maintien des Comités d'études existants, à l'exception de celui qui s'occupait de statistique, institution de nouveaux comités; c'est ainsi qu'en dehors du comité des isolateurs, déjà cité, un comité pour l'étude des surtensions a été créé également, présidé par M. Vinuesa (Espagne) qui fait appel, en particulier, à la collaboration de tous les exploitants. Signalons aussi que la présidence du Comité d'études des matières isolantes a passé de M. Grosselin (France) à M. Drewnowski (Pologne). Enfin, la Conférence internationale des Grands Réseaux, ayant rappelé la fidélité qu'elle continue à garder à son programme et le respect qu'elle témoigne au programme des autres organisations internationales, pense avoir droit à la réciprocité; c'est pourquoi elle a émis le vœu que les autres organisations internationales révisent ou précisent leurs programmes et veuillent bien les publier aussi officiellement.

Le programme extrêmement chargé de la 5[e] session de la Conférence internationale des Grands Réseaux a néanmoins pu être réalisé point par point, grâce à l'organisation très stricte des séances et à une heureuse innovation, consistant à confier toute question particulière d'une certaine importance à un rapporteur particulier, dont le rôle consistait à résumer succinctement les rapports présentés à ce sujet et à faire une synthèse de la question, susceptible d'introduire immédiatement la discussion. Malheureusement, après l'introduction du rapporteur spécial, les communications complémentaires des auteurs, la traduction de chaque intervention dans l'autre langue officielle, sans compter les projections et le cinéma, il restait en général beaucoup trop peu de temps pour la discussion elle-même, de sorte que nous nous demandons, au cas où la Conférence poursuivra son essor — ce que nous lui souhaitons — s'il n'y aurait pas lieu d'envisager à l'avenir l'organisation de séances parallèles, étant donné que les membres qui suivent sans exceptions toutes les délibérations, du commencement à la fin, sont la minorité. Toutefois, il ne faut pas oublier que la valeur d'une conférence internationale comme celle qui vient d'avoir lieu à Paris ne réside pas seulement, ni même principalement, dans les discussions officielles, mais aussi et surtout dans les entretiens particuliers, en marge des séances. Ces échanges de vue peuvent être poussés beaucoup plus loin qu'en séance et offrent une occasion unique de se renseigner sur ce qui se fait à l'étranger, tout en rendant la pareille aux collègues aimables avec qui l'on a le plaisir de faire ou de renouer connaissance.

Pour couper ces austères entretiens, le secrétariat général de la Conférence et les organes dont il dépend avaient agrémenté le programme de délassements variés. La série débuta par un banquet offert samedi 8 juin aux membres étran-

gers de la Conférence par l'Union des Syndicats de l'Electricité, puis il y eut la soirée artistique et musicale du lundi, avec le concours de la société des instruments anciens, d'un quatuor vocal, de danseuses de l'Opéra et de chansonniers. Une réception des membres de la Conférence eut lieu mercredi après-midi à l'Hôtel de Ville, par le Président du Conseil Municipal de Paris et le Préfet de la Seine, tandis que le Président de la République recevait une délégation étrangère restreinte. Jeudi soir les délégués étrangers rendirent la politesse à leurs collègues français en leur offrant un banquet au local même où avaient lieu les séances. Une soirée dansante avec fête de nuit ferma le cycle des réjouissances, la veille de la clôture.

En outre, le mercredi matin avait été réservé à des visites techniques; c'est ainsi qu'un groupe visita les centrales à vapeur de Saint-Ouen et Gennevilliers, un autre le Laboratoire Ampère de la Cie. Electro-Céramique et la Centrale d'Ivry, le troisième la centrale d'Issy-les-Moulineaux, en partie encore en construction, et l'Ecole Supérieure d'Electricité.

Signalons enfin l'excursion du dimanche 9 juin à Eguzon, offerte par la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans et par l'Union Hydro-Electrique, excursion qui avait déjà eu lieu lors de la dernière session (voir Bulletin 1927, numéro 8, page 510). Il y eut beaucoup d'appelés mais peu d'élus, puisque le nombre des participants était limité à 70. Les autres prirent philosophiquement le parti de mettre leur dimanche à profit d'une autre façon (les façons ne manquent pas à Paris); mais ceux qui se félicitèrent sans doute le plus de leur choix sont ceux qui, avec une foi aveugle dans un renversement barométrique prochain, ne se laissèrent pas intimider par le ciel encore menaçant et succombèrent à la tentation du programme alléchant que l'agence Duchemin présentait aux amateurs de paysages et de souvenirs historiques, en organisant une excursion aux châteaux de la Loire. En chemin de fer de Paris à Blois, à travers une plaine fertile où les champs de céréales s'étendent indéfiniment, les participants firent ensuite une randonnée délicieuse en autocar, dans une des régions les plus vertes de la «doulce France», baignée d'air frais et léger, sous un soleil tout neuf qui n'avait encore rien d'accablant. Trois haltes jalonnent la route, les châteaux de Blois, de Chambord et de Cheverny, dont une visite trop brève grave les traits caractéristiques dans la mémoire des touristes émerveillés. Blois, résidence des Valois de funeste renom, construction grandiose où rode le souvenir macabre de l'assasinat du duc de Guise par le personnage peu intéressant que fut Henri III. Décorations splendides, sculptures sur pierre et sur bois, cuirs de Cordoue; la salamandre couronnée, emblème de François 1er, qu'on voit partout et chaque fois sous un aspect différent, les initiales entrelacées du ménage à trois Henri II, Catherine de Médicis et Diane de Poitiers, dont l'une des deux femmes a laissé dans l'histoire un nom tristement célèbre... Puis c'est Chambord, d'un tout autre type, non plus au faîte d'une ville moyennâgeuse comme Blois, mais au milieu d'un parc superbe aussi grand que Paris, où l'œil ne distingue, à perte de vue, que la houle des frondaisons sous la brise, futaies plusieurs fois centenaires qu'on dit aujourd'hui encore très giboyeuses, comme aux temps lointains où les dames de la cour, en grande toilette, installées sur le toit de cette résidence de plaisir aménagé en terrasse, suivaient le départ des seigneurs aux costumes éclatants se rendant à la chasse à courre par l'allée maîtresse... Enfin c'est le manoir plus modeste, mais plus séduisant aussi, de Cheverny, habité encore à l'heure qu'il est par un descendant direct du fondateur. Ici l'on sent la présence humaine; ce ne sont plus les murs froids de Blois, les salles vides de Chambord, mélancoliques lorsqu'on évoque la vie d'apparat qui s'y déroulait jadis, mais au contraire des chambres intimes, meublées pour y vivre aujourd'hui encore, des tapisseries de Beauvais et des Gobelins d'après les cartons de Rubens et de Teniers, d'une richesse qui laisse rêveur et dont un seul exemplaire ferait la gloire d'un de nos musées; et tout autour un parc immense, des bois abritant de nombreux cerfs, prêts à fuir devant la meute de M. le comte, qui possède un chenil où une cinquantaine de chiens de race attendent impatiemment l'ouverture de la chasse...

Mais il est dangereux de s'aventurer sur le mode lyrique dans un compte-rendu dont l'objet même réprouve tout écart d'imagination. Qu'on me permette néanmoins de clore ce bref exposé par une impression personnelle: Si les travaux précieux de la Conférence internationale des Grands Réseaux ont eu le don de stimuler l'intérêt de l'ingénieur pour les manifestations si diverses de la Science au service des hommes, dans le domaine particulier du déplacement de l'énergie sous forme électrique, j'ai éprouvé — et je ne suis peut-être pas le seul — un plaisir plus profond à quitter pour quelques heures le 20e siècle avec ses vastes connaissances, lucides et froides, pour revivre en pensée, devant les témoins pieusement conservés d'âges révolus, des époques où le cerveau ignorait ce que nous savons, mais où le cœur connaissait des émotions que nous avons désapprises.

H. Bourquin.

Die **Associazione Elettrotechnica Italiana (A. E. I.)** hält vom 22. bis 28. September in Pescara ihre diesjährige Jahresversammlung ab. Es sind etwa 30 Vorträge über landwirtschaftliche, thermische und chemische Anwendungen der Elektrizität vorgesehen. Parallel mit der Jahresversammlung wird eine Messe für Materialien und Apparate für landwirtschaftliche und elektrothermische Anwendungen der Elektrizität abgehalten.

Elektrifikation der Appenzeller Strassenbahn. Die Generalversammlung der Aktionäre der Appenzeller Strassenbahn hat, nachdem die Finanzierung als gesichert gelten kann, die Elektrifikation der Bahn beschlossen. Der Kostenvoranschlag beziffert sich auf 1,8 Mill. Fr., wo-

von allein die Hälfte für die Anschaffung der vorgesehenen fünf Motorwagen zu je 500 PS benötigt werden, während die andern Fr. 900 000 sich auf die verschiedenen elektrischen Anlagen verteilen, auf den Unterbau und allfällige Neubauten, die zwar nur in ganz geringem Masse notwendig werden dürften. Die Beschaffung der Energie geschieht durch die St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke; der Wagenpark wird in seiner bisherigen Form übernommen werden. Die Motorwagen sind als sogenannte Einmanntriebwagen vorgesehen, besitzen neben dem Führerstand ein Gepäckabteil und 40 Sitz- und 15 Stehplätze; in einem ganzen Zug werden bis 300 Sitzplätze geführt werden können. Der Beschluss auf Elektrifikation der A. St. B. wurde, obgleich sich in der Generalversammlung keine Opposition dagegen geltend machte, nicht ohne gewisse Bedenken einzelner Kreise gefasst, die eher der Ablösung des heutigen Dampfbetriebes durch Automobilbetrieb zuneigten.

Totenliste des S. E. V.

Am 11. Juni 1929 ist in Châtel-St-Denis in seinem 43. Lebensjahre *Alphonse Vionnet,* chef de réseau des Entreprises électriques fribourgeoises, Mitglied des S.E.V. seit 1917, gestorben.

Die Aktiengesellschaft R. & E. Huber in Pfäffikon (Zürich), Kollektivmitglied des S.E.V., beklagt den Verlust ihres Verwaltungsrates und früheren Direktors *Emil Huber-Schwalb,* der am 28. Juni 1929 gestorben ist.

Den Unternehmungen, für welche die Verstorbenen gewirkt haben, und den Trauerfamilien sprechen wir hiermit die herzliche Teilnahme des S. E. V. und V. S. E. aus.

Literatur. — Bibliographie.

Vorlesungen über die wissenschaftlichen Grundlagen der Elektrotechnik, von Dr. techn. *Milan Vidmar,* ordentlicher Professor an der jugoslavischen Universität Ljubljana. 451 S., 352 Fig. Preis gebunden RM. 16.50. Verlag Julius Springer, Berlin 1928.

Dieses Buch, dem der rühmlichst bekannte Autor, wie schon der Name sagt, den Aufbau von Vorlesungen gegeben hat, ist uneingeschränkt als ein Meisterwerk zu bezeichnen.

In der ersten Vorlesung schildert der Verfasser äusserst lebendig die Entwicklung der Theorie der Elektrotechnik, wie sich von dieser die wissenschaftlichen Grundlagen der Elektrotechnik abgespaltet haben und welche Rolle Physik und Mathematik dabei spielen bzw. spielen sollen. Dabei gibt sich Gelegenheit, äusserst beherzigenswerte Lehren für die theoretische Behandlung elektrotechnischer Probleme und für die dabei anzuwendenden Methoden zu geben, bei der die Mathematik immer nur Mittel zum Zweck, niemals Selbstzweck sein dürfe. Plastisch zeichnet der Verfasser in wenigen Sätzen unser heutiges Elektronenbild vom Wesen der Elektrizität, während der Magnetismus der Pichelmayerschen Vorstellung (E. u. M. 1906, S. 179) folgend erklärt wird. Mit der Umreissung des Programmes der wissenschaftlichen Grundlagen der Elektrotechnik schliesst die erste Vorlesung.

Die folgenden drei Vorlesungen sind der Elektrostatik gewidmet, mit der zwangsläufig die Grundgesetze der elektrischen Festigkeit erledigt werden, sowie die Berechnung der Betriebs- und Erdkapazität von Ein- und Mehrleiterkabeln.

Erst die fünfte Vorlesung beginnt mit dem elektrischen Strom, und hieran anschliessend werden zunächst die Wärmewirkungen und deren praktische Anwendungen besprochen. Hieran schliesst sich die Behandlung des Ohmschen Widerstandes von Leitern und Leiterkombinationen an und schliesslich des mit dem stromdurchflossenen Leiter verketteten Feldes. Mit der Erklärung der Induktivität schliesst die sechste Vorlesung.

Die siebente Vorlesung behandelt den magnetischen Kreis, die Magnetisierungskurve und die Hysterese und schliesst mit der Definition der Selbstinduktionsspannung, mit der Einführung des Differentialquotienten des Stromes nach der Zeit. Die Stromänderung bildet in der achten Vorlesung über die Flussänderung (Induktionsgesetz) die Brücke zum Wechselstrom, zur Sinusschwingung und deren Effektivwert und zum Vektordiagramm. An Hand desselben werden in der neunten Vorlesung die Bedeutung der Phasenverschiebung, von Wirkstrom und Blindstrom erläutert und die Wechselstromkreise mit Widerstand, Selbstinduktion und Kapazität behandelt.

Hierauf folgt in der zehnten Vorlesung die eisenhaltige Spule, deren Magnetisierungsstrom bei sinusförmiger Spannung und der Transformator, dessen Darstellung mit besonderer Breite und Liebe durchgearbeitet wurde. Spannungs- und Stromwandler folgen in der elften Vorlesung, auch der Anlege-Strommesser fehlt nicht, wobei der Name Dietze hätte genannt werden dürfen. Dann kommen die Verluste im Transformator, deren Behandlung auch noch die zwölfte Vorlesung gewidmet ist. Die dreizehnte und vierzehnte Vorlesung bringen den Uebergang zur Kraftübertragung und im weitern zu den Mehrphasenströmen und -systemen, die fünfzehnte behandelt die elementare Wechselstrommaschine an Hand des in Uebereinstimmung mit vielen Lehrbüchern irrigerweise Biot-Savart zugeschriebenen, in Wirklichkeit von Laplace [1]) herrührenden Gesetzes für die Grösse der auf ein stromdurchflossenes Leiterelement in einem homogenen magnetischen Feld wirkenden Kraft.

Die sechzehnte Vorlesung baut die synchrone Wechselstrommaschine weiter aus, behandelt in grossen Zügen die Anordnung der Wicklungen und die Berechnung der in ihnen erzeugten Spannungen und unterscheidet zwischen den beiden Bauformen des Polrades. Die siebzehnte Vorlesung ist der zunächst qualitativen Behandlung des Drehfeldes und dessen Anwendung auf

1) Siehe J. Fischer-Hinnen, Bull. S.E.V. 1920 S. 329.

den Induktionsmotor und Drehtransformator gewidmet, die achtzehnte zeigt, wie die Synchronmaschine durch Anbau des Kollektors als mitrotierenden, als mechanischer Gleichrichter wirkenden Schaltapparates zur Gleichstrommaschine wird, deren Wicklungen, Spannungsgleichung und Schaltungen besprochen werden. Die neunzehnte Vorlesung behandelt das Kommutationsproblem und die Ankerrückwirkung, die Rolle des Kollektors als Frequenzwandler, die Kollektormotoren für ein- und mehrphasigen Wechselstrom, Motorgenerator und Einankerumformer.

Die zwanzigste und einundzwanzigste Vorlesung sind vielleicht die einzigen, denen man heute lieber eine andere Fassung gewünscht hätte. Hier wird auf dem physikalisch undurchsichtigen Umweg über Ersatzstromkreise, die symbolische Rechnungsweise und die Inversion das Kreisdiagramm des allgemeinen Transformators (Induktionsmotors) abgeleitet, das sich doch aus dessen Vektordiagramm viel zwangloser, d. h. unmittelbar ergibt. Heute hat die symbolische Rechnung, so geistreich sie auch ist, nicht einmal mit der Einschränkung, die Vidmar selbst in der ersten Vorlesung empfiehlt, ihre Berechtigung. Schon mancher mit symbolischer Rechnungsweise in seiner Studienzeit überfütterte Ingenieur hat, an physikalisches Denken nicht gewöhnt, in der Praxis versagt!

Die zweiundzwanzigste und dreiundzwanzigste Vorlesung sind der rechnerischen Behandlung der Fernleitung gewidmet, im wesentlichen nach der klassischen Darstellung von Janet. Hierauf folgen die schwingungsfähigen Stromkreise und die beim Ein- und Ausschalten derselben entstehenden Ausgleichsvorgänge (vierundzwanzigste bis sechsundzwanzigste Vorlesung). Die siebenundzwanzigste, achtundzwanzigste und neunundzwanzigste Vorlesung sind den nicht sinusförmigen Schwingungen und deren Oberwellen gewidmet, während die dreissigste und einunddreissigste die Wanderwellentheorie und jene des Ueberspannungsschutzes behandelt. In wunderbarer Weise versteht dann der Verfasser in der zweiunddreissigsten und dreiunddreissigsten Vorlesung die Brücke zur Hochfrequenztechnik samt der Elektronenröhre zu schlagen, die wieder in der vierunddreissigsten und letzten Vorlesung den Uebergang zum Quecksilberdampfgleichrichter, zur Elektrolyse und damit zu den Sekundär- und Primärelementen vermittelt.

Vidmar's Diktion mag vielleicht nicht immer nach jedermanns Geschmack sein, sie ist aber getragen von einer edlen Begeisterung für unser Fach, dessen Grundlagen niemals noch in einer so universellen und so überaus anschaulichen Weise zur Darstellung gebracht worden sind.

Dr. Sachs.

Wirkungsweise elektrischer Maschinen, von Dr. techn. *Milan Vidmar,* ordentlicher Professor an der jugoslavischen Universität Ljubljana. 223 S., 203 Fig. Preis gebunden RM. 13.50. Verlag Julius Springer, Berlin 1928.

In diesem Buche unternimmt es der Verfasser, die Wirkungsweise elektrischer Maschinen auf die des Transformators zurückzuführen und auf der Theorie derselben jene der übrigen elektrischen Maschinen aufzubauen. Auf den ersten, den Transformator (mit statischer Transformation) behandelnden Abschnitt folgt ein Kapitel über die Induktion in Wicklungen, die in magnetischen Feldern bewegt werden, das damit unmittelbar zur Synchronmaschine, dem Stromwandler mit «mechanisierter Transformation» führt. Die Asynchronmaschine wird als «mechanisierter Spannungswandler» erklärt, die durch Einführung des Kollektors zunächst zur Kollektormaschine schlechtweg und durch dessen Eigenschaft als Frequenzwandler je nach der Frequenz des Erregerstromes zur Wechselstromkommutatormaschine oder zur Gleichstrommaschine wird.

Die Wirkungsweise elektrischer Maschinen einheitlich darzustellen und deren Theorie gewissermassen auf den gemeinsamen Nenner zu bringen, ist dem Verfasser in überaus anziehender Weise gelungen. Es ist allerdings nicht zu übersehen, dass in dem Buche Zusammenhänge aufgedeckt werden, die eigentlich nur derjenige zu überblicken vermag, der sie bereits kennt. Aus diesem Grunde ist das Buch vor allem für den Ingenieur der Praxis geeignet, der sich jahrelang mit elektrischen Maschinen abgegeben hat und der deren Theorie und Wirkungsweise vollständig beherrscht. Diesem wird die Lektüre von Vidmars Werkchen stets genussreiche Stunden vermitteln. *Dr. Sachs.*

Die Gleichstrom-Querfeldmaschine. Von Dr. *E. Rosenberg,* Direktor der «ELIN» Aktiengesellschaft für elektrische Industrie, Wien-Weiz. 97 Seiten, Format 16,3 × 24,5 cm, 102 Fig. Verlag Julius Springer, Berlin 1928. Preis brosch. RM. 11.—.

Die vorliegende Monographie beschreibt in klarer, leichtfasslicher Art die Wirkungsweise und die Verwendungsmöglichkeiten der vom Verfasser des Buches erfundenen Gleichstrom-Querfeldmaschine. Mathematische Ableitungen werden dazu nicht angewendet. Einzig in einem der letzten Abschnitte des Buches sind der Vollständigkeit halber zwei von andern Autoren in der Literatur früherer Jahre veröffentlichte mathematische Theorien aufgenommen.

Als Zugsbeleuchtungsmaschine hat die Gleichstrom-Querfeldmaschine in Deutschland, Frankreich, Grossbritannien, Russland, Ungarn, Türkei usw. eine gewisse Verbreitung gefunden. Da die Bahnverwaltungen dieser Länder einen wenig zahlreichen Kreis von Grossabnehmern darstellen, ist die Maschine trotzdem nicht populär geworden und sie hat deshalb in den Lehrbüchern nur wenig Beachtung gefunden. Seit einigen Jahren darf sie indessen auf ein stärkeres Interesse der Allgemeinheit rechnen, da sie sich — mit sogenannten Regulierpolen ausgerüstet — ganz besonders als Schweissgenerator eignet und so den Weg zu einer grossen Zahl von Abnehmern und Interessenten findet.

Die schweizerischen Konstruktionsfirmen bauen sowohl für Zugbeleuchtung wie für Lichtbogenschweissung andere Maschinen. Die Gleichstrom-Querfeldmaschine wird deshalb hier

nicht angetroffen. Die Ausstattung des Buches hält sich auf der beim Verleger üblichen tadellosen Höhe.

Max Landolt.

Statistik der Elektrizitätswerke und der elektrischen Bahnen Oesterreichs. Herausgegeben vom Elektrotechnischen Verein in Wien VI, Theobaldgasse 12. Halbleinenband, 188 Seiten, A 4. Preis 20 Schilling. Zu beziehen beim Elektrotechnischen Verein in Wien.

Die vom Elektrotechnischen Verein in Wien fortlaufend bearbeitete Statistik der Elektrizitätswerke und der elektrischen Bahnen ist vor kurzem, abgeschlossen auf Ende 1927, erschienen. Die Neuauflage enthält in übersichtlicher tabellarischer Zusammenstellung statistische Daten von mehr als 800 Elektrizitätswerken und von 33 elektrischen Bahnen Oesterreichs. Dabei wurden aber nur die Werke mit eigenen Erzeugungsanlagen, nicht aber blosse Verteilwerke aufgenommen. Gegenüber früheren Auflagen ist eine Erweiterung hinsichtlich der Anzahl der Werke wie auch hinsichtlich der statistischen Angaben zu konstatieren.

Die Statistik umfasst: a) Verzeichnisse der Werke: alphabetisch geordnet nach Standort, nach Namen und nach Sitz der Firma; b) statistische Angaben über die Werke mit mehr als 20 kW installierter Leistung, länderweise geordnet nach dem Sitze der Firma; c) dasselbe über Werke mit weniger als 20 kW installierter Leistung; d) statistische Angaben über elektrische Bahnen; e) vier tabellarische Zusammenstellungen.

E. T. Z. - Gesamtinhaltsverzeichnis der 25 Jahrgänge 1903 bis 1927 der Elektrotechnischen Zeitschrift, der Bände 1 bis 18 des Archivs für Elektrotechnik und der V. D. E. - Fachberichthefte 1926 und 1927. Herausgegeben vom Verband Deutscher Elektrotechniker (V.D.E.) und vom Elektrotechnischen Verein (E. V.). Bearbeitet von Dr.-Ing. Franz Moeller. 653 Seiten, Format A 4. Preis in steifem Halbkarton geheftet RM. 24.—, in Halbleder gebunden RM. 28.—. Verlag Jul. Springer, Berlin, 1928.

Im Jahre 1904 erschien im Verlag Jul. Springer ein Generalregister für die Jahrgänge 1890 bis 1902 der E. T. Z. Es ist heute noch zu haben. Seither sind 25 Jahre vergangen, welche uns eine kaum übersehbare Flut von Publikationen auf elektrotechnischem Gebiet gebracht haben. Beim heutigen Stande und angesichts der raschen Entwicklung der Elektrotechnik kann der praktisch tätige Ingenieur nicht mehr auf die Arbeiten seiner Fachkollegen verzichten. Er kommt sehr oft in die Lage, sich über bestimmte Gebiete eine Literaturzusammenstellung zu machen. Und immer wieder wird er auf die E. T. Z. zurückgreifen als der universalen Fachzeitschrift deutscher Sprache. Wer je tagelang Inhaltsverzeichnisse und Bände von Zeitschriften durchblättert hat, um einen Artikel zu finden, von dessen Erscheinungsdatum und -ort und Verfasser er nicht viel wusste, der wird dieses Werk dankbar begrüssen.

In dem Gesamtinhaltsverzeichnis werden ausser den E. T. Z. - Jahrgängen 1903 bis 1927 auch noch die anlässlich der Jahresversammlungen des V. D. E. herausgegebenen Festschriften und die Sammelhefte über die hier erstatteten Fachberichte berücksichtigt. Ferner wurden auch die 18 Bände des vom V. D. E. und vom E. V. herausgegebenen Archivs für Elektrotechnik mit aufgenommen. Neben den Originalaufsätzen der beiden Zeitschriften sind alle Referate berücksichtigt, die über wichtige Aufsätze aus den anderen Fachzeitschriften berichteten. Es gibt dabei wohl kaum ein in der Fachpresse während der letzten 25 Jahre behandeltes wichtiges Thema, worüber hier nicht Hinweise zu finden wären.

Das Werk enthält ein Stichwortverzeichnis, ein Sachverzeichnis und ein Namensverzeichnis. Das *Stichwortverzeichnis* (70 Seiten) enthält etwa 11 000 Stichwörter mit den nötigen Hinweisen auf das Sachverzeichnis. Das *Sachverzeichnis* (386 Seiten) gliedert sich in 9 Unterabschnitte: I. Grundlegende Fachgebiete, II. Erzeugung und Umformung, III. Verteilung, IV. Verbrauch (Anwendung), V. Fernmeldetechnik, VI. Wirtschaft und Recht, VII. Schaustellungen, VIII. Vereinigungen und IX. Verschiedenes. Jedes dieser Kapitel ist seinerseits wieder in zweckmässige Unterabteilungen aufgelöst. Das *Namensverzeichnis* (190 Seiten) enthält die Namen der Verfasser aller Aufsätze, die in der E. T. Z. entweder als Originalarbeiten oder als Berichte aus anderen Fachzeitschriften veröffentlicht sind. Für jeden Verfasser findet man hier einen zeitlich geordneten Ueberblick über die wichtigsten Arbeiten, die er in den elektrotechnischen Fachzeitschriften während der letzten 25 Jahre veröffentlicht hat.

Dipl. Ing. von der Trappen schreibt in der E. T. Z. 1925, No. 26, S. 6923: «Das Gesamtinhaltsverzeichnis geht in seinem Gebrauchswert ganz erheblich über den eines blossen Nachschlagebuches für die in der E. T. Z. veröffentlichten Aufsätze und Berichte hinaus. Für jedes einzelne der zahlreichen Fachgebiete und Untergebiete erhält man aus dem Werk einen Ueberblick über alle wichtigen Ereignisse und Veröffentlichungen in den letzten 25 Jahren. Für literarische Studien und Nachforschungen verschiedenster Art zu technisch wissenschaftlichen und zu rein geschäftlichen Zwecken findet man hier ein Hilfsmittel, wie es bisher dem Elektrotechniker wohl kaum zur Verfügung stand.» Wir schliessen uns dieser Würdigung an.

Siemens Jahrbuch 1929. Herausgegeben von der Siemens-Schuckertwerke A.-G. 644 S. 15 × 21 cm. Viele Tafeln, Fig. und Tabellen. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin NW 7, 1929.

Der stattliche Ganzleinenband enthält eine grosse Zahl Aufsätze technischer, wirtschaftlicher und technisch-historischer Natur. Das Jahr 1928 bietet speziell dem Siemenkonzern Gelegenheit zu verschiedenen Rückblicken. In dieses Jahr fällt der 100. Geburtstag von Karl Sie-

mens; vor 50 Jahren gründeten Werner Siemens und Generalpostmeister Stephan den Elektrotechnischen Verein; vor einem halben Jahrhundert zeigte Werner Siemens seine erste elektrische Bahn. Ferner kann über die millionste Pupinspule und über die Vollendung der Elektrifizierung der Berliner Stadt- und Ringbahn berichtet werden. Weiter wird der 1879 erfolgten Gründung des Wiener Werkes «Siemens & Halske» gedacht.

Aus der Fülle der Aufsätze möchten wir speziell einen von Julius Laufer über «Haushalt und Elektrizitätswerk» erwähnen. Julius Laufer weist darauf hin, dass die Arbeit der Frau im Haushalte durch weitergehende Zuhilfenahme der Elektrizität ganz wesentlich erleichtert und vereinfacht werden könnte. Dann wird der Einfluss der Stromabgabe namentlich für das Kochen auf die Belastung der Elektrizitätswerke anhand zahlreicher Figuren und Zahlen behandelt und in einem Anhang wird das Resultat von originellen und interessanten Zeitstudien an verschiedenen elektrischen Haushaltungsapparaten mitgeteilt. Ferner findet man Unterlagen aller Art für das Aufstellen von Betriebsrechnungen elektrifizierter Haushaltungen.

Grundbegriffe der Elektrotechnik. Von Dr. W. Kesseldorfer. 152 S., 15 × 21 cm, 48 Fig. Verlag Deutsche Verlagswerke Strauss, Vetter & Co., Berlin, 1929. Preis geb. RM. 5.60.

Dieses mit viel pädagogischem Geschick geschriebene Buch ist ein bemerkenswerter Beitrag zu der Reihe der gemeinverständlichen Einführungen in die Elektrotechnik. Es dürfte sich vor allem für angehende Jünger des Faches eignen, für Installateure, Elektromechaniker, aber auch für gebildete Laien. Eine aussergewöhnlich klare und lebendige Darstellung macht das Buch leicht lesbar. Dabei scheinen uns, soweit wir dies beim Durchgehen feststellen konnten, die Gedankengänge wissenschaftlich einwandfrei zu sein.

In den ersten acht Kapiteln wird auf die Gesetze des Stromes eingegangen. Dann wird in zwei Kapiteln der Magnetismus und die Induktion behandelt. In fünf weiteren Kapiteln befasst sich der Autor mit dem Wechselstrom, erläutert mathematische Grundlagen, die Darstellungsmethoden, Vektoren, Diagramme, Phasenverschiebung und andere Begriffe und stellt dann in wirklich guter Weise die Strom- und Spannungsverhältnisse im allgemeinen Wechselstromkreis dar. Eine Zusammenstellung der Formeln vervollständigt das Buch.

Von gleicher Anschaulichkeit wie der Text sind die Figuren.

Eingegangene Werke (Besprechung vorbehalten).

Elektrische Ausgleichsvorgänge und Operatorenrechnung. Von John R. Carson. Erweiterte deutsche Bearbeitung von F. Ollendorff und K. Pohlhausen. 186 S., 16 × 23,5 cm, 39 Fig., 1 Tafel. Verlag Julius Springer, Berlin, 1928. Preis RM. 16.50, geb. RM. 18.—.

Statistik der Elektrizitätswerke und der elektrischen Bahnen Oesterreichs auf Ende 1927. Herausgegeben vom Elektrotechnischen Verein in Wien. 188 S., A 4. Zu beziehen beim E. V. W., Theobaldgasse 12, Wien VI. Preis Halbleinenband S. 20.—.

Die Elektrifizierung der Tschechoslovakei 1918 bis 1928. Das Werk wurde bereits in No. 12 d. J. angekündigt. Wir tragen nach, dass die Adresse der Bezugsquelle, Union Electrotechnique Tchécoslovaque, nicht, wie mitgeteilt, Prag II, Lützowova Ul 3 ist, sondern: *Prag XII, Vocelova 3.*

Siemens Jahrbuch 1929. Herausgegeben von der Siemens & Halske A.-G. und der Siemens-Schuckertwerke A.-G. 644 S., 15 × 21 cm. Viele Tafeln, Figuren, Tabellen. VDI-Verlag G. m. b. H., Berlin NW 7, 1929.

Schweizerisches Bau-Adressbuch 1929. Adressbuch für die gesamte schweizerische Bau-, Verkehrs-, Maschinen- und Elektrotechnik. Herausgegeben unter Mitwirkung des Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Vereins und des Schweizerischen Baumeisterverbandes. 834 S., 18 × 26 cm. Verlag Rudolf Mosse, Zürich, 1929. Subskriptionspreis für 1930, geb. Fr. 10.—.

Normalien und Qualitätszeichen des S. E. V.

Qualitätszeichen des S. E. V.

- —   - - -   -   - - - —

Isolierte Leiter.

Gemäss den «Normalien zur Prüfung und Bewertung von isolierten Leitern für Hausinstallationen» und auf Grund der mit Erfolg bestandenen Annahmeprüfung erteilen die Technischen Prüfanstalten des S. E. V. folgenden Firmen das Recht zur Führung des S. E. V.-Qualitätszeichens für alle normalen Querschnitte der nachverzeichneten Leiterarten.

Das Zeichen besteht in dem gesetzlich geschützten S. E. V.-Qualitätskennfaden, welcher an gleicher Stelle wie der Firmenkennfaden angeordnet ist und auf hellem Grunde die oben angeführten Morsezeichen in schwarzer Farbe trägt.

Ab 1. Juli 1929.

Blumenthal Frères, Lausanne (Schweizerische Vertretung der Süddeutschen Kabelwerke G. m. b. H., Mannheim):

Gummiaderschnur, Mehrleiter-GAS-Litze.

Emil Scheurich, Zürich (Schweizerische Vertretung der Hackethal Draht- und Kabelwerke A.-G., Hannover):

Gummischlauchleiter, Einleiter-GS-Seil.

Gummiaderschnüre, Mehrleiter-GAS.

Vereinsnachrichten.

Die an dieser Stelle erscheinenden Artikel sind, soweit sie nicht anderweitig gezeichnet sind, *offizielle Mitteilungen des Generalsekretariates des S. E. V. und V. S. E.*

Abrechnung der Elektrizitätsausstellung an der Schweizerischen Ausstellung für Frauenarbeit («Saffa»). Zur Orientierung der schweizerischen Elektrizitätswerke, welche zur obgenannten Ausstellung bedeutende Subventionen geleistet haben, geben wir im folgenden einen kurzen Ueberblick über das Rechnungsergebnis der Elektrizitätsausstellung.

Als im Jahre 1927 das Organisationskomitee der «Saffa» sich an den Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke wandte, um ihn einzuladen, sich bei der projektierten Ausstellung zu beteiligen, waren kaum zwei Jahre verflossen seit der landwirtschaftlichen Ausstellung, wo am selben Orte schon die vielen Verwendungsarten der elektrischen Energie vorgezeigt worden waren. Wenn der Verband es trotzdem als angezeigt erachtete, der Einladung Folge zu geben, so geschah es, weil er die Gelegenheit günstig fand, die Verwendung der elektrischen Energie auf dem Gebiete der Frauenarbeit, insbesondere im Haushalt, umfassend zur Darstellung zu bringen und weil anderseits die beiden bernischen Unternehmungen, die Bernischen Kraftwerke und das Elektrizitätswerk der Stadt Bern, eine intensive Mitarbeit in Aussicht stellten. Die beiden erwähnten Werke haben es denn auch übernommen, ausser ihrer Subvention als Geschäftsstelle zu amten und die Hauptarbeit zu leisten.

	Fr.
Der Appell an die Werke um Subventionen à fonds perdu hat einen Gesamtbetrag ergeben von . . .	78 900.—
Ausserdem konnten an Platzmiete und Arbeiten verschiedener Art eingenommen werden	44 993.25
Total der Einnahmen	123 893.25
Die *Ausgaben* zur Erstellung der Apparatenhalle, des elektrischen Heims, der Lichthalle, Lauben und Vorbauten, für Beleuchtung, Drucksachen und Diverses betrugen	127 576.85
Das sich ergebende Defizit von . .	3 683.60

wird vom Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke gedeckt, gemäss einem von dessen Vorstand gefassten Beschluss.

Generalversammlungen S. E. V. und V. S. E., St. Moritz. Nach dem Bankett des V. S. E. im Grand Hotel ist ein Paletot vertauscht worden. Näheres siehe Seite 12 des *Inseratenteiles.*

Zulassung von Elektrizitätsverbrauchsmessersystemen zur amtlichen Prüfung und Stempelung. Auf Grund des Art. 25 des Bundesgesetzes vom 24. Juni 1909 über Mass und Gewicht und gemäss Art. 16 der Vollziehungsverordnung vom 9. Dezember 1916 betreffend die amtliche Prüfung und Stempelung von Elektrizitätsverbrauchsmessern hat die eidgenössische Mass- und Gewichtskommission die nachstehenden Verbrauchsmessersysteme zur amtlichen Prüfung und Stempelung zugelassen und ihnen die beifolgenden Systemzeichen erteilt:

Fabrikant: *E. Haefely & Cie. A.-G., Basel.*

S 31 — Stromwandler, Typen JL 3, JO 16, JOF 16, JOL 4, JOF 24, JO 37, JOF 37, JO 50, JOF 50; von 40 Frequenzen an aufwärts.

S 34 — Stromwandler, Doppelklemmenwandler, Typen JDL 50, JDO 50, JDOF 50; Einstabwandler, Typen JEL 6, 11, 15, 20, 37, 50; JELF 6, 11, 15, 20, 37, 50; für 50 Frequenzen.

S 19 — Spannungswandler, Typen VEO 16, 24, 37, 50; VEOF 16, 24, 37, 50; von 40 Frequenzen an aufwärts.

Fabrikant: *A. E. G. Elektrizitäts-Aktiengesellschaft, Berlin.*

S 32 — Stromwandler, Typen PF 1, PF 2, PF 3; von 40 Frequenzen an aufwärts.

Fabrikant: *Koch & Sterzel A.-G., Dresden.*

S 33 — Stromwandler, Typen DJE III *a-d*, DJF IV *a-c*, DJE V *a-c*; mit Bezeichnung OD oder O und ODU, von 40 Frequenzen an aufwärts.

Bern, den 7. Juni 1929.

Der Präsident der eidg. Mass- und Gewichtskommission:
J. Landry.

Im Verlag des S. E. V. neu erschienene Drucksachen.

Beim Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E., Seefeldstr. 301, Zürich 8, sind Separatabzüge in Halbkartonumschlag der nachfolgenden, kürzlich erschienenen Aufsätze erhältlich:

Aus Bulletin 1929, No. 9 und 10:

a) Bericht über die Diskussionsversammlung des S. E. V., vom 9. März 1929, mit folgenden Diskussionsthemata:

1. Leistungsaustausch zwischen unabhängigen Leitungsnetzen (Vortrag von F. Grieb, Ingenieur, Baden).
2. Das Minimal-Impedanzrelais (Vortrag von H. Puppikofer, Ingenieur, Oerlikon).
3. Automatische Kraftwerke (Vortrag von W. Walty, Ingenieur, Baden).

Preis Fr. 2.— für Mitglieder und Fr. 2.50 für Nichtmitglieder. Die unter 1 und 2 genannten Vorträge sind auch einzeln erhältlich; Preis Fr. 1.— bzw. 1.50.

Aus Bulletin 1929, No. 13:

b) Die Organisation der Arbeiten der Schweizerischen Korrosionskommission und ihrer Kontrollstelle und einige der bisher erzielten Ergebnisse, von Ing. H. F. Zangger, Zürich. Preis Fr. 1.50 bzw. Fr. 2.—. Dieser Aufsatz ist als Separatabzug sowohl in deutscher als auch in französischer Sprache erhältlich.

c) Beitrag zur Kenntnis der Vorgänge beim Stromdurchgang durch den menschlichen Körper. Von den Elektrizitätswerken des Kantons Zürich. Preis Fr. 1.— bzw. Fr. 1.50.

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke | REDAKTION Zürich 8, Seefeldstr. 301 | Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité

Verlag und Administration | Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G. Zürich 4, Stauffacherquai 36/38 | Editeur et Administration

XX. Jahrgang
XXe Année

Bulletin No. 15

August I
Août I
1929

Die Uebertragung grosser Leistungen.[1])

Von *Max Leo Keller*, Ingenieur, Aarau.

621.319(064)+621.311(7)

Inhaltsverzeichnis: — Tables des matières:

Einleitung.

Die Forderung nach möglichst hoher Wirtschaftlichkeit in der Elektrizitätsversorgung hat in fast allen Ländern zum Bau von Grosskraftwerken geführt. Diese Entwicklung hat einen bedeutenden Einfluss auf den modernen Schaltanlagenbau und die Kraftübertragung ausgeübt, die beide von der früheren untergeordneten Rolle in der Elektrizitätswerkprojektierung zu massgebendsten Faktoren geworden sind. Dabei hat es sich immer deutlicher gezeigt, dass Zentrale und Kraftübertragung vom technischen, sowohl wie vom wirtschaftlichen Standpunkt aus, zusammen gehören und gemeinsam zu projektieren und zu beurteilen sind. Sie beide bilden das Energie-

[1]) Eingang bei der Redaktion: 16. Sept. 1928.

erzeugungssystem und oft kann das eine durch das andere ersetzt werden, indem in manchen Fällen sich der Bau eines neuen Kraftwerkes durch eine Kraftübertragung vermeiden lässt, während in wieder andern Fällen es vorteilhafter sein mag, ein neues Kraftwerk zu errichten, statt durch eine Leitung die irgendwo vorhandene Energie dem gegebenen Verbrauchsort zuzuführen. Das Energieverteilungs- und Verbrauchersystem bleibt nach wie vor eine ziemlich selbständige Einheit, die von neuen Massnahmen und Aenderungen in der Produktion wenig berührt wird.

Die Basis für alle wirtschaftlichen Untersuchungen ist der Preis der Energie in der benötigten Form am Verbrauchsort. Bei der Ausnützung der natürlichen Hilfsquellen, wie Kohle, Torf, Oel, Wind- und Wasserkraft, Flut und Ebbe, Sonnen- und Erdwärme, ist der Energiegestehungspreis am Fundort, sofern er nicht gleichzeitig Verwendungsstelle ist, nur ein Zwischenwert; es müssen zu demselben noch die Kosten der Transformierung und des Transportes hinzugerechnet werden, um den massgebenden Vergleichspreis zu erhalten. Bei der Ausnützung von abgelegenen Wasserkräften kommt heutzutage nur der Energietransport mit Hochspannungsleitungen in Betracht. Das trifft in der Schweiz und Ländern mit ähnlichen Verhältnissen auch für alle Werke zu, deren Absatzgebiet nicht im Inland allein liegt, sondern deren teilweise oder ganze Kraft der Ausfuhr dient oder dienen wird. Damit jedoch in wasserreichen Ländern, wie eben z. B. die Schweiz, eine nennenswerte Ausnützung der für das Inland überschüssigen Wasserkraft aus wirtschaftlichen Gründen überhaupt möglich werden kann, wird es nötig sein, grosse Energiemengen dafür zur Verfügung zu haben und dieselben, wenn auch nur auf kurze Entfernungen, mit Spannungen zu übertragen, deren Wert eher über als unter 200 000 V liegt. Die Gründe dazu liegen durchwegs in den andernfalls zu hoch werdenden Uebertragungskosten, welche, wie bereits angedeutet, die Verwertung der sonst im Gestehungspreis am Erzeugungsort vorteilhaften Energie verunmöglichen.

Solche Leitungen für hohe Spannungen, grosse Leistung und den verschiedensten Entfernungen kommen jedoch nicht nur für den Energietransport vom Erzeugungsort zum Verbrauchsort in Frage, sondern werden ebenso zweckmässig für die Koppelung zwischen grossen Energiesystemen ausgebaut. Dadurch verliert aber die Leitung ihren bisherigen einfachen Charakter und wird zu einem äusserst komplizierten Gebilde, dessen Arbeitsweise nebst von den Leitungsgrössen auch von den elektrischen und mechanischen Eigenschaften der angeschlossenen Kraftwerke und der Art der Belastungen abhängt. Mit andern Worten: die Kraftübertragung beeinflusst die Konstruktion der Generatoren, die Art der Erregung, die Spannungsregulierung, die Einstellung der Relais und Schalter; auf der mechanischen Seite sind von Einfluss, die kinetischen Energien der rotierenden Massen, die Turbinenregulatoren, die Aenderungsgeschwindigkeit in der Wasserzufuhr bei Wasserturbinen u. a. m.

Das Problem der Grosskraftübertragung hat in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen. Insbesondere hat die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft in den Vereinigten Staaten von Amerika zu einer Lösung dieser Frage gedrängt. Sie bildete deshalb schon öfters im Schosse des „American Institute of Electrical Engineers" Gegenstand von Untersuchungen[2]). Gleichzeitig wurde auch in Europa, vor allem in Deutschland und Frankreich, dem Problem rege Aufmerksamkeit geschenkt[3]). Doch fast alle bisherigen Arbeiten galten der Uebertragung von elektrischer Energie auf sehr lange Entfernungen. Zum mindesten ebenso wichtig sind aber, infolge der zunehmenden Ausdehnung der Wechselwirtschaft über weite und intensiv elektrifizierte Gebiete, die Koppelungsleitungen zwischen Energiezentren, die auch für kurze Strecken für hohe Spannungen und die maximal zulässige Grenzleistung zu bauen sind. Sie sind folglich im wesentlichen denselben Erscheinungen und Bedingungen unterworfen, wie die Fernkraftübertragungen. Es liegt deshalb kein Grund vor, bei Grosskraftübertragungen einen besonderen Unterschied zwischen

[2]) Literatur 6, 7, 17 bis 21, 23 bis 30, 37 bis 45, 56, 57; siehe Literaturverzeichnis S. 506.
[3]) Literatur 3, 10 bis 14, 35, 36, 46, 48 bis 52.

sehr langen und verhältnismässig kurzen Leitungen zu machen. Dagegen ist es hier von besonderer Wichtigkeit, dass solche Uebertragungen sich organisch in ein Kraftsystem einfügen, d. h. sie dürfen sich nicht nur nach den engeren Gesichtspunkten richten, die für gewöhnliche Leitungen wegleitend sind, sondern sie haben auf die Struktur des gesamten Systems Rücksicht zu nehmen. Das häufige Versagen von Koppelungsleitungen und Grosskraftübertragungen lässt sich in der Regel auf die Missachtung letzterer Forderung zurückführen.

In der nachstehenden Arbeit wird versucht, an Hand von Theorie und Praxis, d. h. der Berechnung und einer ausgeführten Anlage, die Arbeitsweise von Kraftübertragungen grosser Leistung darzustellen. Die Berechnung soll eine qualitative Analysis ermöglichen, während das Beispiel Aufschluss über die wirklichen Grössenverhältnisse geben soll. Die theoretischen Untersuchungen gelten für Kraftübertragungen irgendwelcher Dimensionen. Das Ausführungsbeispiel dagegen ist klassisch für die Fortleitung von hohen Leistungen auf verhältnismässig kurze Entfernungen, und wobei die Kuppelung mit anderen Systemen mitberücksichtigt werden muss.

I. Teil.

Theoretische Untersuchungen.

A. Die Berechnung von Kraftübertragungen.

Jede elektrische Leitung, ganz gleichgültig für welche Spannung, Leistung und Länge, ist gegeben durch die vier Leitungsgrössen. Diese sind:

1. der Ohmsche Widerstand *(R)*
2. die Ableitung *(G)*
3. die Induktivität *(L)*
4. die Kapazität *(C)*

Die beiden erstgenannten „Konstanten" führen zu einem Energieverlust, die zwei letztgenannten Grössen stellen eine Energiespeicherung dar. Der Einfluss vom Widerstand und der Induktivität hängt vom Leiterstrom und derjenige von der Ableitung und der Kapazität von der Betriebsspannung ab. Infolge der Gegenwart von Widerstand und Induktivität in einer Leitung ändert sich die Spannung nach Grösse und Phase in jedem Leiterelement um den entsprechenden Ohmschen bezw. induktiven Spannungsabfall. Der Strom dagegen ändert sich in Grösse und Phase je nach dem Wert der Ableitung und Kapazität, um den jeweiligen Betrag des Ladestroms.

Der Widerstand und die Induktivität werden zur Impedanz. $Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$, die Ableitung und die Kapazität zur Admittanz, $Y = \sqrt{G^2 + (\omega C)^2}$, in einen gemeinsamen Ausdruck zusammengefasst.

Wir benützen im folgenden die „symbolische Schreibweise". Es wird dabei $Z = R + j\,\omega L$ oder $= Z_0\,\varepsilon^{j \operatorname{arctg} \frac{\omega L}{R}}$ und $Y = G + j\,\omega C$ oder $Y_0\,\varepsilon^{j \operatorname{arctg} \frac{\omega C}{G}}$.

Die allgemeinen Strom- und Spannungsgleichungen.

Die bekannten Differentialgleichungen für die räumliche und zeitliche Aenderung der Spannung und des Stromes für ein Leiterelement dl (Fig. 1) lauten:

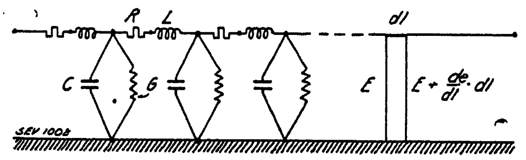


Fig. 1.
Schema einer Leitung.

$$-\frac{dE}{dl} = (R + j\,\omega L)\,I \qquad (1)$$

und

$$-\frac{dI}{dl} = (G + j\,\omega C)\,E \qquad (2)$$

Differenziert man Gleichung (1) nochmals nach $\mathrm{d}l$:

$$-\frac{\mathrm{d}^2 E}{\mathrm{d}l^2} = (R + j\,\omega L)\frac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}l}$$

und ersetzt darin $\frac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}l}$ durch Gleichung (2), so wird:

$$\frac{\mathrm{d}^2 E}{\mathrm{d}l^2} = (R + j\,\omega L)\,(G + j\,\omega C)\,E \tag{3}$$

oder wenn man $(R + j\,\omega L) = Z$; $(G + j\,\omega C) = Y$ setzt:

$$\frac{\mathrm{d}^2 E}{\mathrm{d}l^2} = Z\,Y\,E \tag{3a}$$

Diese Gleichung zweiter Ordnung hat die Form $\frac{\mathrm{d}^2 y}{\mathrm{d}x^2} = a\,y$ und wird erfüllt durch $y = K'\,\varepsilon^{px} + K''\,\varepsilon^{-px}$, wobei $p = \sqrt{a}$. Also:

$$E = K_1\,\varepsilon^{l\sqrt{zy}} + K_2\,\varepsilon^{-l\sqrt{zy}} \tag{4}$$

und damit wird unter Benützung von Gleichung (1) und (4) der Strom:

$$I = -\frac{1}{(R + j\,\omega L)}\frac{\mathrm{d}E}{\mathrm{d}l} = \sqrt{\frac{y}{z}}\left(K_2\,\varepsilon^{-l\sqrt{zy}} - K_1\,\varepsilon^{l\sqrt{zy}}\right) \tag{5}$$

Setzen wir nun zur Bestimmung der Konstanten die Spannung am Anfang der Leitung gleich E_a, den Strom gleich I_a, so wird bei der Grenzbedingung, Länge der Leitung $l = 0$:

$$E_a = K_1 + K_2 \text{ und } I_a = \sqrt{\frac{y}{z}}\,(K_2 - K_1)$$

oder die Konstanten:

$$K_1 = \frac{1}{2}\left(E_a - I_a\sqrt{\frac{z}{y}}\right)$$

$$K_2 = \frac{1}{2}\left(E_a + I_a\sqrt{\frac{z}{y}}\right)$$

Diese Werte in Gleichung (4) eingesetzt und umgeformt ergeben die Spannung E_e im Abstande l zu:

$$E_e = E_a\,\frac{1}{2}\left(\varepsilon^{l\sqrt{zy}} + \varepsilon^{-l\sqrt{zy}}\right) - I_a\sqrt{\frac{z}{y}}\,\frac{1}{2}\left(\varepsilon^{l\sqrt{zy}} - \varepsilon^{-l\sqrt{zy}}\right) \tag{6}$$

den Strom I_e im Abstande l zu:

$$I_e = I_a\,\frac{1}{2}\left(\varepsilon^{l\sqrt{zy}} + \varepsilon^{-l\sqrt{zy}}\right) - E_a\sqrt{\frac{y}{z}}\,\frac{1}{2}\left(\varepsilon^{l\sqrt{zy}} - \varepsilon^{-l\sqrt{zy}}\right) \tag{7}$$

Ist statt Sendespannung und -Strom Empfangsspannung und Empfangsstrom am Lastende der Leitung gegeben, so müssen in Gleichung (4) $\pm\,l\sqrt{zy}$ und in Gleichung (5) K_1 und K_2 vertauscht werden, worauf auf dieselbe Weise gefunden wird:

$$E_a = E_e\frac{1}{2}\left(\varepsilon^{l\sqrt{zy}} + \varepsilon^{-l\sqrt{zy}}\right) + I_e\sqrt{\frac{z}{y}}\,\frac{1}{2}\left(\varepsilon^{l\sqrt{zy}} - \varepsilon^{-l\sqrt{zy}}\right) \tag{8}$$

$$I_a = I_e\frac{1}{2}\left(\varepsilon^{l\sqrt{yz}} + \varepsilon^{-l\sqrt{zy}}\right) + E_e\sqrt{\frac{y}{z}}\,\frac{1}{2}\left(\varepsilon^{l\sqrt{zy}} - \varepsilon^{-l\sqrt{zy}}\right) \tag{9}$$

Es ist in der Regel zweckmässiger, statt z und y pro Längeneinheit (km) einzusetzen und dann mit der Leitungslänge l (km) zu multiplizieren, schon von Anfang an die Werte Z und Y für die gesamte Leitungslänge zu verwenden. Wir können damit die vorstehenden Gleichungen in der Form schreiben:

$$E_e = E_a A - I_a B \tag{10}$$
$$I_e = I_a A - E_a C \tag{11}$$
$$E_a = E_e A + I_e B \tag{12}$$
$$I_a = I_e A + E_e C \tag{13}$$

wobei die Leitungskonstanten werden:

$$A = \frac{1}{2}\left(\varepsilon^{\sqrt{ZY}} + \varepsilon^{-\sqrt{ZY}}\right) \tag{14}$$

$$B = \sqrt{\frac{Z}{Y}}\,\frac{1}{2}\left(\varepsilon^{\sqrt{ZY}} - \varepsilon^{-\sqrt{ZY}}\right) \tag{15}$$

$$C = \sqrt{\frac{Y}{Z}}\,\frac{1}{2}\left(\varepsilon^{\sqrt{ZY}} - \varepsilon^{-\sqrt{ZY}}\right) \tag{16}$$

Der physikalische Sinn dieser Konstanten ist weiter unten des näheren erläutert.

Die Leitungskonstanten A, B und C.

Oft wird die Berechnung dieser Grössen mit Hilfe hyperbolischer Funktionen durchgeführt, entsprechend der Beziehung:

$$\frac{1}{2}\left(\varepsilon^{\sqrt{ZY}} + \varepsilon^{-\sqrt{ZY}}\right) = \cosh\sqrt{Z\,Y} \quad \text{und}$$

$$\frac{1}{2}\left(\varepsilon^{\sqrt{ZY}} - \varepsilon^{-\sqrt{ZY}}\right) = \sinh\sqrt{Z\,Y} \quad \text{und damit}$$

$$A = \cosh\sqrt{Z\,Y} \tag{17}$$

$$B = \sqrt{\frac{Z}{Y}}\,\sinh\sqrt{Z\,Y} \tag{18}$$

$$C = \sqrt{\frac{Y}{Z}}\,\sinh\sqrt{Z\,Y} \tag{19}$$

Die Ausdrücke ε^x und ε^{-x} lassen sich aber auch in Reihen entwickeln:

$$\varepsilon^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^4}{4!} + \ldots$$

$$\varepsilon^{-x} = 1 - x + \frac{x^2}{2!} - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^4}{4!} - \ldots$$

so dass sich die Leitungskonstanten in der einfachen Form von konvergenten Reihen ohne besondere Hilfsmittel berechnen lassen. Infolge der starken Konvergenz dieser Reihen genügt für Kraftübertragungen die Berücksichtigung von 3 Gliedern, für Leitungen bis zu 100 km von nur 2 Gliedern. Es ist:

$$A = \left(1 + \frac{Z\,Y}{2} + \frac{Z^2\,Y^2}{24} + \frac{Z^3\,Y^3}{720} + \frac{Z^4\,Y^4}{40320} + \ldots\right) \tag{20}$$

$$B = Z\left(1 + \frac{Z\,Y}{6} + \frac{Z^2\,Y^2}{120} + \frac{Z^3\,Y^3}{5040} + \frac{Z^4\,Y^4}{362880} + \ldots\right) \tag{21}$$

$$C = Y\left(1 + \frac{Z\,Y}{6} + \frac{Z^2\,Y^2}{120} + \frac{Z^3\,Y^3}{5040} + \frac{Z^4\,Y^4}{362880} + \ldots\right) \tag{22}$$

Die Leitungskonstanten A, B, C sind, wie man sieht, von Strom und Spannung, also von der Belastung der Leitung unabhängig und werden, ausser von der Frequenz, allein von den physikalischen Charakteristiken des verwendeten Materials und der Leiteranordnung bezw. Konstruktion beeinflusst.

Da Z und Y komplexe Ausdrücke sind, so werden auch A, B, C komplexe Zahlen sein; also:

$$A = (a_1 + j\,a_2) \tag{23 a}$$
$$B = (b_1 + j\,b_2) \tag{23 b}$$
$$C = (c_1 + j\,c_2) \tag{23 c}$$

Wie aus den Gleichungen 14, 15, 16 hervorgeht, besteht unter diesen Grössen immer die Beziehung:

$$A^2 - B\,C = 1 \tag{24}$$

Das Strom- und Spannungsdiagramm.

Kennt man die Leitungskonstanten, so kann man mit Hilfe der Gleichungen 10 bis 13 das Strom- und Spannungsdiagramm für irgendwelche Belastungen berechnen oder graphisch aufzeichnen (Fig. 2, 3 und 4). Aus diesen Diagrammen ist der Einfluss und der physikalische Sinn der verschiedenen Grössen sehr hübsch erkenntlich.

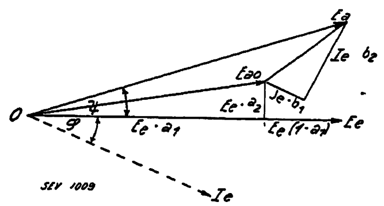


Fig. 2.
Spannungsdiagramm.

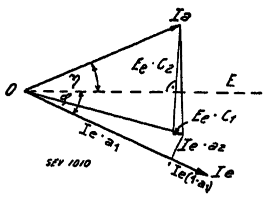


Fig. 3.
Stromdiagramm.

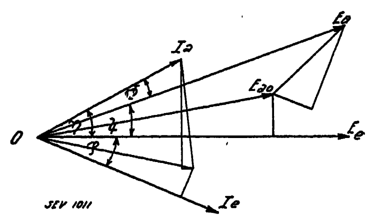


Fig. 4.
Kombiniertes Strom- und Spannungsdiagramm.

$E_e\,(1-a_1)$ Spannungsverbrauch des durch die Leitungsinduktanz fliessenden Ladestromes.
$E_e\,a_2$ Spannungsverbrauch des durch den Ohmschen Widerstand fliessenden Ladestromes.
b_1 Ohmscher Widerstand R in Ohm
b_2 Induktanz ωL in Ohm
C_1 Ableitung G in Siemens
C_2 Konduktanz ωC in Siemens
} die, infolge ihrer verteilten Natur längs der Leitung, sich gegenseitig beeinflussen und ändern.

$\cos\varphi$ Leistungsfaktor am Ende der Leitung bzw. der $\cos\varphi$ der Belastung.
$\cos\Phi$ Leistungsfaktor am Anfang der Leitung bzw. der Generatoren (hochspannungsseitig).
ψ Winkel zwischen den Spannungen am Anfang und Ende der Leitung.
η Winkel zwischen der Spannung am Ende und dem Strom am Anfang der Leitung.
$\eta + \varphi$ Winkel zwischen dem Strom am Anfang und Ende der Leitung.

Diese Diagramme zeigen deutlich die Veränderungen, denen Strom und Spannung bei verschiedenen Belastungszuständen unterworfen sind. Im Leerlauf stellt der Vektor $\overline{OE_{a\,o}}$ die Anfangsspannung der Leitung dar, die einreguliert werden muss, um die Endspannung E_e zu halten. Halten jedoch die Spannungsregler die Sendespannung konstant, so erhöht sich die Endspannung im Verhältnis $E_a : E_{a\,o}$. Im Stromdiagramm verschiebt sich das Ladestrom-Dreieck, $E_e\,C$, nach dem Ursprungspunkt O, da $I_e = 0$. Wird der Einfluss von Ableitung und Kapazität vernachlässigt, so wird $A = a_1 + j\,a_2 = 1$ und der Vektor $\overline{OE_{a\,o}}$ fällt mit $\overline{OE_e}$ zusammen; die Grösse b_1 wird gleich dem Widerstand R und b_2 gleich der Induktanz ωL (siehe Gleichung 21, $Y = 0$), womit man das bekannte Diagramm für kurze Niederspannungsleitungen erhält.

B. Die Berücksichtigung von Transformatoren und die Leitungskonstanten zusammengesetzter Netze.

Bei den oben gegebenen Gleichungen wurde vorausgesetzt, dass es sich um eine homogene Leitung handelt, und dass sich Strom und Spannung auf die Hoch-

spannungsseite der Kraftübertragung beziehen. Oft ist es jedoch erwünscht, die Berechnungen einerseits oder beidseitig direkt auf die Unterspannungsseite der Uebertragung auszudehnen. Bei der angenäherten Rechnung wird die Transformatorenimpedanz arithmetisch zu derjenigen der Leitung addiert, also angenommen, dass sich ihre Wirkung gleichmässig über die ganze Leitung verteile. In Wirklichkeit bildet jedoch der Transformator einen Impedanzknoten in der Kraftübertragung. Befindet sich überdies nur auf der einen Seite der Leitung ein Transformator oder haben die Auf- und Abtransformatoren nicht dieselbe Charakteristik, so wird die Kraftübertragung nicht nur unhomogen, sondern auch unsymmetrisch in bezug auf ihren Mittelpunkt. Dies beeinflusst die Konstante A in Gleichung 10 und 13, die wir für diese Fälle durch eine Konstante D ersetzen, welche der Unsymmetrie Rechnung trägt. Damit lauten ganz allgemein die Strom- und Spannungsgleichungen:

$$E_e = E_a D - I_a B \tag{25}$$
$$I_e = I_a A - E_a C \tag{26}$$
$$E_a = E_e A + I_e B \tag{27}$$
$$I_a = I_e D + E_e C \tag{28}$$

Auf dieselbe Art, nämlich durch die Bestimmung der Konstanten, lässt sich auch ein aus mehreren verschiedenen Teilen zusammengesetztes Kraftübertragungssystem der Rechnung unterwerfen.

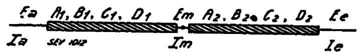


Fig. 5.
Zusammengesetzte Leitung.

Als Beispiel sei eine aus zwei in Serie geschalteten Teilen, die ihrerseits auch schon zusammengesetzt sein können, bestehende Leitung angenommen (Fig. 5). Es ist dann nach Gleichung (25) und (26):

$$\begin{aligned} E_m &= E_a D_1 - I_a B_1 \\ I_m &= I_a A_1 - E_a C_1 \\ E_e &= E_m D_2 - I_m B_2 \\ I_e &= I_m A_2 - E_m C_2 \end{aligned}$$

Setzt man die Werte von E_m und I_m in den Gleichungen für E_e und I_e ein, so wird:

$$\begin{aligned} E_e &= E_a (D_1 D_2 + C_1 B_2) - I_a (A_1 B_2 + B_1 D_2) = E_a D_0 - I_a B_0 \\ I_e &= I_a (A_1 A_2 + B_1 C_2) - E_a (C_1 A_2 + D_1 C_2) = I_a A_0 - E_a C_0 \end{aligned}$$

also:

$$\begin{aligned} A_0 &= A_1 A_2 + B_1 C_2 \\ B_0 &= A_1 B_2 + B_1 D_2 \\ C_0 &= C_1 A_2 + D_1 C_2 \\ D_0 &= D_1 D_2 + C_1 B_2 \end{aligned}$$

auch hier gilt natürlich die Beziehung nach Gleichung (24):

$$A_0 D_0 - B_0 C_0 = 1 \tag{29}$$

Die Bestimmung der allgemeinen Netzkonstanten auf die dargestellte Art wurde zuerst von R. D. Evans und H. K. Sels angegeben[4]) und für eine grosse Anzahl von Netzkombinationen durchgeführt. Sie sind in der Tabelle I, die dem Verfasser von den beiden Autoren in freundlicher Weise zur Verfügung gestellt wurde, zusammengestellt. Die Tabelle umfasst die meisten in der Praxis vorkommenden Fälle.

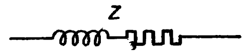
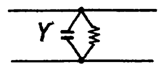
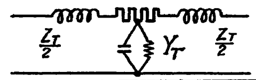
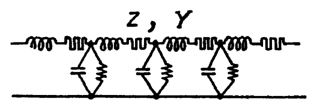
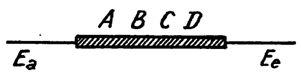
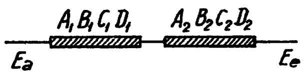
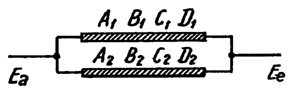
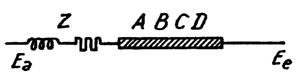
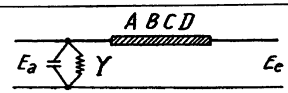
C. Die Verwendung von Synchronkondensatoren und Anzapftransformatoren.

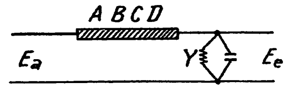
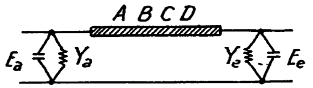
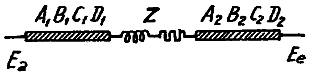
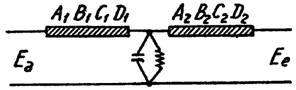
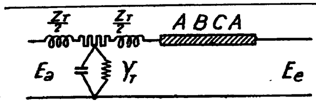
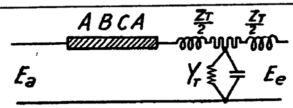
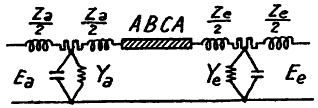
Die Eigenschaft übererregter Synchronmaschinen, phasenvoreilenden Strom abzugeben, bietet ein hervorragendes Mittel zur Regulierung der Spannung und zur stabilen Uebertragung grosser Leistungen auf weite Entfernungen. Für gegebene Spannungsverhältnisse ist nicht nur die maximale kW-Belastung gegeben, sondern

[4]) Electrical Journal 1921, S. 358; Literatur 9.

Leitungskonstanten für verschiedene Netzschaltungen. (Nach R. D. Evans und H. K. Sels.)

Tabelle I.

Pos.	für	Schema	A_0	B_0	C_0	D_0
1	Serie-Impedanz		1	Z	0	1
2	Shunt-Admittanz		1	0	Y	1
3	Transformator		$1+\frac{Z_T Y_T}{2}$	$Z_T\left(1+\frac{Z_T Y_T}{4}\right)$	Y_T	$1+\frac{Z_T Y_T}{2}$
4	Leitung		A $=\cosh\sqrt{Z Y}$ $=\left(1+\frac{Z Y}{2}+\frac{Z^2 Y^2}{24}+\dots\right)$	B $=\sqrt{\frac{Z}{Y}}\sinh\sqrt{Z Y}$ $=Z\left(1+\frac{Z Y}{6}+\frac{Z^2 Y^2}{120}+\dots\right)$	C $=\sqrt{\frac{Y}{Z}}\sinh\sqrt{Z Y}$ $=Y\left(1+\frac{Z Y}{6}+\frac{Z^2 Y^2}{120}+\dots\right)$	$D=A$
5	Netz (allgemein)		A	B	C	D
6	Zwei Netze in Serie		$A_1 A_2+B_1 C_2$	$A_1 B_2+B_1 D_2$	$C_1 A_2+D_1 C_2$	$D_1 D_2+C_1 B_2$
7	Zwei Netze parallel		$\frac{A_1 B_2+B_1 A_2}{B_1+B_2}$	$\frac{B_1 B_2}{B_1+B_2}$	$C_1+C_2+\frac{(A_1-A_2)(D_2-D_1)}{B_1+B_2}$	$\frac{B_1 D_2+D_1 B_2}{B_1+B_2}$
8	Netz und Anfangs-impedanz (Transformator[1])		$A+C Z$	$B+D Z$	C	D
9	Netz und Empfangs-impedanz (Transformator[1])		A	$B+A Z$	C	$D+C Z$
10	Netz u. Impedanzen (Transformatoren[1]) an beiden Enden		$A+C Z_a$	$B+D Z_a+A Z_e+C Z_a Z_e$	C	$D+C Z_e$
11	Netz und Admittanz am Sendeende		A	B	$C+A Y$	$D+B Y$

12	Netz und Admittanz am Empfangsende		$A + B\,Y$	B	$C + D\,Y$	D
13	Netz mit Admittanzen an beiden Enden		$A + B\,Y_e$	B	$C + A\,Y_a + D\,Y_e + B\,Y_a\,Y_e$	$D + B\,Y_a$
14	Zwei Netze mit zwischengeschalteter Impedanz		$A_1 A_2 + B_1 C_2 + A_1 C_2 Z$	$A_1 B_2 + B_1 D_2 + A_1 D_2 Z$	$A_2 C_1 + C_2 D_1 + C_1 C_2 Z$	$B_2 C_1 + D_1 D_2 + C_1 D_2 Z$
15	Zwei Netze mit zwischengeschalteter Admittanz		$A_1 A_2 + B_1 C_2 + A_2 B_1 Y$	$A_1 B_2 + B_1 D_2 + B_1 B_2 Y$	$A_2 C_1 + C_2 D_1 + A_2 D_1 Y$	$B_2 C_1 + D_1 D_2 + B_2 D_1 Y$
16	Leitung mit Sendetransformator[2]		$A\left(1+\frac{Z_T Y_T}{2}\right) + C Z_T\left(1+\frac{Z_T Y_T}{4}\right)$	$B\left(1+\frac{Z_T Y_T}{2}\right) + A Z_T\left(1+\frac{Z_T Y_T}{4}\right)$	$C\left(1+\frac{Z_T Y_T}{2}\right) + A\,Y_T$	$A\left(1+\frac{Z_T Y_T}{2}\right) + B\,Y_T$
17	Leitung mit Empfangstransformator[2]		$A\left(1+\frac{Z_T Y_T}{2}\right) + B\,Y_T$	$B\left(1+\frac{Z_T Z_T}{2}\right) + A Z_T\left(1+\frac{Z_T Y_T}{4}\right)$	$C\left(1+\frac{Z_T Y_T}{2}\right) + A\,Y_T$	$A\left(1+\frac{Z_T Y_T}{2}\right) + C Z_T\left(1+\frac{Z_T Y_T}{4}\right)$
18	Leitung mit Transformatoren am Sende- und Empfangsende[2]		$A_o = A\left[\left(1+\frac{Z_a Y_a}{2}\right)\left(1+\frac{Z_e Y_e}{2}\right) + Z_a Y_e\left(1+\frac{Z_a Y_a}{4}\right)\right] + B\,Y_e\left(1+\frac{Z_a Y_a}{2}\right) + C Z_a\left(1+\frac{Z_e Y_e}{2}\right)\left(1+\frac{Z_a Y_a}{4}\right)$ $B_o = B\left(1+\frac{Z_a Y_a}{2}\right)\left(1+\frac{Z_e Y_e}{2}\right) + A\left[Z_e\left(1+\frac{Z_a Y_a}{2}\right)\left(1+\frac{Z_e Y_e}{4}\right) + Z_a\left(1+\frac{Z_e Y_e}{2}\right)\left(1+\frac{Z_a Y_a}{4}\right)\right] + C Z_a Z_e\left(1+\frac{Z_a Y_a}{4}\right)\left(1+\frac{Z_e Y_e}{4}\right)$ $C_o = C\left(1+\frac{Z_a Y_a}{2}\right)\left(1+\frac{Z_e Y_e}{2}\right) + A\left[Y_a\left(1+\frac{Z_e Y_e}{2}\right) + Y_e\left(1+\frac{Z_a Y_a}{2}\right)\right] + B\,Y_a\,Y_e$ $D_o = A\left[\left(1+\frac{Z_a Y_a}{2}\right)\left(1+\frac{Z_e Y_e}{2}\right) + Z_e Y_a\left(1+\frac{Z_e Y_e}{4}\right)\right] + B\,Y_a\left(1+\frac{Z_e Y_e}{2}\right) + C Z_e\left(1+\frac{Z_a Y_a}{2}\right)\left(1+\frac{Z_e Y_e}{4}\right)$			

[1]) Wenn für Transformatoren benützt, so ist der Magnetisierungsstrom vektoriell zum Belastungsstrom zu addieren.

[2]) Nur für ein gegebenes Spannungsverhältnis, da Aenderung der Sättigung bezw. des Magnetisierungsstromes mit der Spannung nicht einbezogen ist. Es empfiehlt sich deshalb im allgemeinen die Verwendung von Pos. 8 bezw. 9 und 10 für Transformatoren mit veränderlicher Spannung.

zu jeder Wirklast gehört auch eine ganz bestimmte Blindleistung, welche von der Leitungscharakteristik abhängt. Mit andern Worten: wenn der cos φ der Gebrauchslast von demjenigen am Ende der Leitung abweicht, so muss die $\pm$ Differenz an Blindstrom von dritter Seite geliefert werden, wenn die Spannungen fixiert bleiben sollen. In Fig. 6 ist das vollständige Diagramm mit Synchronkondensatoren am Empfangsende gegeben. Die gestrichelten Vektoren stellen die Strom- und Spannungsverhältnisse dar, wenn keine Synchronkondensatoren, für die Uebertragung derselben angenommen Wirkleistung, verwendet werden. Man sieht, wie im letzteren Fall sich nicht nur die Sendespannung stark erhöht, sondern auch die Verluste stark zunehmen.

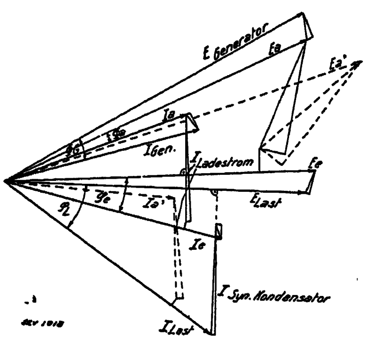


Fig. 6.
Vollständiges Strom- und Spannungsdiagramm für Betrieb mit Synchronkondensatoren am Ende der Leitung.

Eine andere Möglichkeit, die Sendespannung unverändert oder doch in zulässigen Grenzen zu halten, liegt in der Verwendung von Anzapftransformatoren an Stelle der Synchronkondensatoren. Die Methode der Spannungsregulierung durch Anzapftransformatoren hat gegenüber der Verwendung von Kondensatoren den Vorteil, dass rotierende Maschinen dabei vermieden werden; dagegen hat sie den Nachteil, dass die Blindleistung der Belastung von den Generatoren und der Leitung getragen werden muss. Dieser letztere Umstand bedingt bei kürzeren Kraftübertragungen hoher Leistungsfähigkeit vor allem einen grösseren Spannungsabfall, während die Kompensierung der Blindlast am Empfangsende einen Betrieb mit höherem durchschnittlichen Leistungsfaktor und besserem Wirkungsgrad erlaubt. Bei sehr langen Leitungen, die sowohl eine beträchtlich voreilende wie nacheilende Blindstromkompensierung benötigen, sind Synchronkondensatoren wegen ihrer besseren Regulierbarkeit zweckmässiger. Neben den Betriebsbedingungen bestimmt die Wirtschaftlichkeit, welche der beiden Arten der Regelung den Vorzug verdient; oft werden jedoch beide vorteilhaft miteinander kombiniert.

Schliesst man bei der Berechnung der Leitungskonstanten die Transformatoren ein, so vereinfacht sich das Diagramm um die Transformatoren-Impedanzdreiecke[5]). Da jedoch die Berechnung für diesen Fall ziemlich viel Arbeit erfordert und dabei der Aenderung der Sättigung bei verschiedenen Transformatorenspannungen doch nicht Rechnung getragen wird, so ist es meist vorteilhafter, nur die Impedanz für das Spannungsdreieck zu ersetzen und im Stromdiagramm den Magnetisierungsstrom der jeweiligen Spannung gesondert zu addieren[6]).

Die Anwendung der Synchronkondensatoren in Zwischenwerken zur Unterteilung und Kompensierung von Kraftübertragungen und ihre Bedeutung für die Stabilität wird später behandelt werden.

D. Das Kreisdiagramm.

Das Kreisdiagramm einer Leitung lässt sich aus dem Diagramm des Synchronmotors von A. Blondel herleiten. Die Arbeitsweise einer Kraftübertragung ist durch ähnliche Elemente gegeben wie für die Synchronmaschine; der hauptsächlichste Unterschied liegt im Fehlen der magnetischen Sättigung und im Auftreten der Kapazität. Die erste Anwendung des Kreisdiagramms für Leitungen geht auf R. A. Philip[7]) und H. B. Dwight[8]) zurück. Verschiedene andere Autoren haben diese Methode für

---

[5]) Tabelle I. Pos. 16 bis 18.
[6]) Tabelle I. Pos. 8 bis 10.
[7]) Literatur 1.
[8]) Literatur 2.

besondere Zwecke weiter entwickelt, u. a. hauptsächlich: L. Thielemans[9]), R. D. Evans & H. K. Sels[10]) und J. Ossanna[11]).

Das Kreisdiagramm gibt Aufschluss über die Beziehungen zwischen Sende- und Empfangsspannung einerseits und Wirk- und Blindleistung an den beiden Enden der Leitung anderseits. Statt mit den Leistungen lässt es sich ebenfalls auf Grund von Wirk- und Blindstrom ableiten, doch sei hier die erstere Darstellung gegeben, da sie im allgemeinen die zweckmässigere ist.

Bei Rechnung mit komplexen Zahlen erhält man den symbolischen Ausdruck der Leistung durch Multiplikation des Spannungsausdruckes mit dem konjugierten Stromwert[12]). Es seien:

$E,\ I$ skalare Werte,

$\check{E},\ \check{I}$ komplexe Werte,

$\hat{E},\ \hat{I}$ konjugierte Werte.

Damit schreiben sich die Spannungs- und Stromgleichungen:

$$\check{E}_a = \check{E}_e\, \check{A} + \check{I}_e\, \check{B}$$

$$\check{I}_a = \check{I}_e\, \check{D} + \check{E}_e\, \check{C}$$

daraus:

$$\check{I}_e = \check{E}_a \frac{1}{\check{B}} - \check{E}_e \frac{\check{A}}{\check{B}} \quad \text{und damit,}$$

$$\check{I}_a = \check{E}_a \frac{\check{D}}{\check{B}} - \check{E}_e \frac{\check{A}\check{D} - \check{B}\check{C}}{\check{B}}$$

oder bei Berücksichtigung, dass $\check{A}\check{D} - \check{B}\check{C} = 1$

$$\check{I}_a = \check{E}_a \frac{\check{D}}{\check{B}} - \check{E}_e \frac{1}{\check{B}}.$$

Dieser Wert des Stromes konjugiert und mit der Spannung $\check{E}_a$ multipliziert, ergibt die Leistung:

$$\check{E}_a\, \hat{I}_a = \check{E}_a\, \hat{E}_a \frac{\hat{D}}{\hat{B}} - \check{E}_a\, \hat{E}_e \frac{1}{\hat{B}} \tag{30}$$

Es besteht nun bei Wahl der Empfangsspannung, $\check{E}_e$, als Referenzvektor die Beziehung:

$$\check{E}_e = \hat{E}_e = E_e;\ \check{E}_a\, \hat{E}_a = E_a^2;\ \check{E}_a = E_a\,(\cos\psi + j\sin\psi),$$

wobei ψ den Phasenverschiebungswinkel zwischen der Spannung am Anfang und Ende der Leitung bedeutet. Ferner sei P die Wirkleistung, Q die zugehörige Blindleistung, so wird:

9) Literatur 8.

10) Literatur 9.

11) Literatur 11.

12) Wir bezeichnen die voreilende Blindleistung mit dem Minus-, die nacheilende Blindleistung mit dem Plus-Zeichen. Den Spannungsausdruck halten wir ungeändert, so dass sich bei der Berechnung des Stromes aus dem komplexen Ausdruck der Leistung zwangsläufig für voreilenden Strom +, für nacheilenden Strom — im imaginären Glied ergibt. Diese Bezeichnungsweise scheint dem Verfasser mit Rücksicht der Wirkung von Blindleistung auf Spannungsabfall und Erregung sinngemäss zu sein.

$$P_a + j\,Q_a = \overset{\vee}{E}_a\,\hat{I}_a = E_a^2\,\frac{\hat{D}}{\hat{B}} - \frac{E_e}{\hat{B}}\,E_a\,(\cos\psi + j\sin\psi). \tag{31}$$

Der Klammerausdruck $(\cos\psi + j\sin\psi) = e^{+j\psi}$ ist gleich 1, ändert also die Grösse von E_a nicht, sondern rotiert den Vektor lediglich um den Winkel ψ, und zwar je nach dem $\pm$ Vorzeichen des imaginären Gliedes vor- bezw. rückwärts.

Ist nun die Sendespannung E_a und die Empfangsspannung E_e konstant, so bewegt sich die Scheinleistung $P_a + j\,Q_a$ auf einem Kreise mit dem Mittelpunkt $E_a^2\frac{\hat{D}}{\hat{B}}$ und dem Radius $E_a\,E_e\frac{1}{\hat{B}}$. Der Mittelpunkt wird von der Sendespannung bestimmt; wir erhalten also, wie sich aus der Ableitung ergibt, die zu den Sendekreisen gehörenden Leistungen.

Zur Berechnung der Kreiskonstanten und für die Aufzeichnung des Diagramms lässt sich die Gleichung (31) in folgender Form schreiben:

$$P_a + j\,Q_a = E_a^2\,(l_a + j\,m_a) - E_a\,E_e\,n\,(\sin\delta + j\cos\delta)\,(\cos\psi + j\sin\psi), \tag{32}$$

wobei:

$$l_a + j\,m_a = \frac{\hat{D}}{\hat{B}};\quad \dot{n}\,(\sin\delta + j\cos\delta) = \frac{1}{\hat{B}},\quad n = \frac{1}{B}$$

oder:

$$l_a = \frac{d_1\,b_1 + d_2\,b_2}{b_1^2 + b_2^2}$$

$$m_a = \frac{d_1\,b_2 - d_2\,b_1}{b_1^2 + b_2^2}$$

$$n = \frac{1}{\sqrt{b_1^2 + b_2^2}}$$

ψ ist der Winkel, um welchen die Spannung am Anfang der Leitung derjenigen am Ende voreilt.

δ ist der Ergänzungswinkel zum Neigungswinkel der Konstanten B, also $\operatorname{tg}\delta = \frac{b_1}{b_2}$.

Auf dieselbe Art lässt sich auch die Gleichung für die Empfangskreise ableiten. Es wird:

$$P_e + j\,Q_e = -E_e^2\,(l_e + j\,m_e) + E_e\,E_a\,n\,(\sin\delta + j\cos\delta)\,(\cos\psi + j\sin\psi), \tag{33}$$

wobei:

$$l_e = \frac{a_1\,b_1 + a_2\,b_2}{b_1^2 + b_2^2}$$

$$m_e = \frac{a_1\,b_2 - a_2\,b_1}{b_1^2 + b_2^2}$$

Ist die Leitung symmetrisch, also $A = D$, so wird $l_e = l_a$ und $m_e = m_a$.

Die beiden Kreisdiagramme sind in Fig. 7 dargestellt. Man erkennt auch hier deutlich, dass für ein gegebenes Spannungsverhältnis zu jeder Wirklast, sowohl am Anfang wie am Ende der Leitung, ein ganz bestimmter $\cos\varphi$ gehört. Stellt der Punkt S im Sendediagramm die zu übertragende Leistung dar, so gibt der Punkt R im Empfangsdiagramm, der sich mit Hilfe des Winkels ψ auf einfache Art finden

lässt, die erhaltene Wirk- und Blindleistung am Ende der Leitung. Die Differenz der Wirkleistungen $P_a - P_e$ ergibt den Wattverlust der Kraftübertragung[13]). Weicht der Leistungsfaktor der Belastung von dem der übertragenen Leistung ab, z. B.

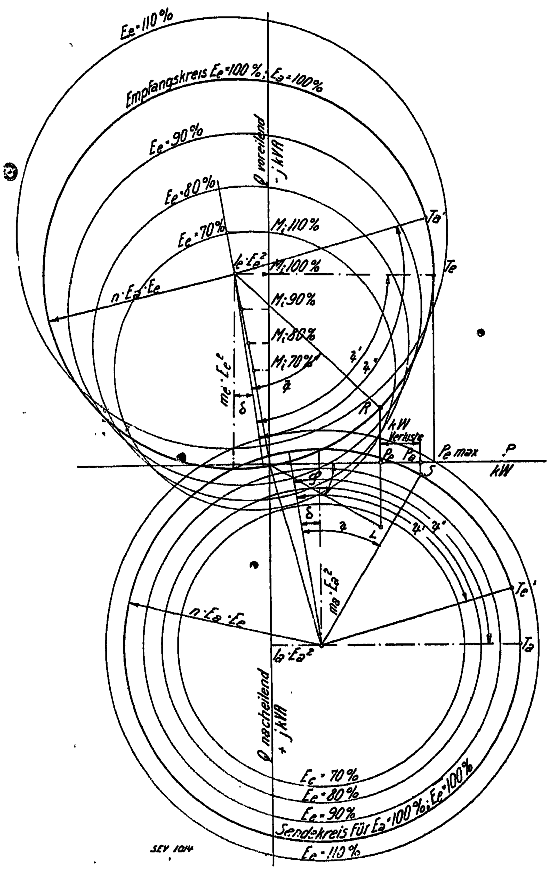


Fig. 7.
Leistungs-Kreisdiagramm für konstante Sendespannung E_a und veränderliche Empfangsspannung E_e.

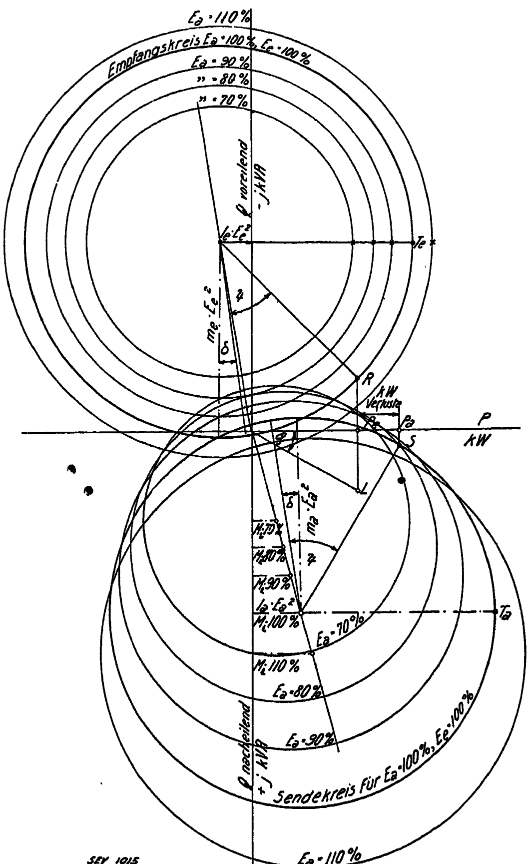


Fig. 8.
Leistungs-Diagramm für veränderliche Sendespannung E_a und konstante Empfangsspannung E_e.

wenn die Belastung dem Punkt L entspricht, so muss der Unterschied zwischen L und R an voreilender wattloser Leistung durch Synchronkondensatoren am Leitungsende geliefert werden, sofern eine Aenderung bezw. Anpassung der Spannung nicht zulässig ist.

Aus den Kreisgleichungen geht hervor, dass bei konstant gehaltener Sendespannung, aber veränderlichen Empfangsspannungen, der Mittelpunkt für die Sendekreise derselbe bleibt und nur die Radien sich proportional mit der Empfangsspannung ändern, während die Empfangskreise, neben den proportional ändernden Radien, auch den jeweili-

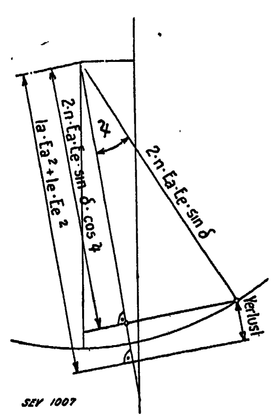


Fig. F 13.

[13]) Aus Gleichung 32 und 33: kW-Verlust $= P_a - P_e = l_a E_a^2 + l_e E_e^2 - 2\, n\, E_a\, E_e \sin\delta \cos\psi$.
Durch passende Wahl des Masstabes lässt sich das Verlustdiagramm mit dem Leistungsdiagramm verbinden, und zwar so, dass man die Radien der beiden Kreise gleich gross wählt. Die Beziehungen gehen ohne weiteres aus Fig. F 13 hervor.

gen Mittelpunkt im quadratischen Verhältnis der Empfangsspannungen verschieben (Fig. 7). Bei konstanter Spannung am Ende der Leitung ist es gerade umgekehrt, d. h. die Empfangskreise für verschiedene Sendespannungen sind konzentrisch und die Sendekreise ändern sowohl Radius wie Mittelpunkt im oben genannten Verhältnis (Fig. 8).

E. Die Grenzen der Kraftübertragung.

Die Kreisgleichung (33) kann man bei Umgruppierung auch schreiben:

$$n\, E_a\, E_e = (P_e + l_e\, E_e^2) + j\, (Q_e + m_e\, E_e^2)$$

oder:

$$n^2\, E_a^2\, E_e^2 = (P_e + l_e\, E_e^2)^2 - (Q_e + m_e\, E_e^2)^2.$$

Unter der Annahme, dass wir über die Blindleistung frei verfügen können, wird die maximale Wirkleistung:

$$P_e = n\, E_a\, E_e - l_e\, E_e^2, \tag{34}$$

d. h. die maximale kW-Leistung, welche — unter vorstehender Bedingung — von einer Leitung übertragen werden kann, ist bei unbegrenzter Sendespannung ebenfalls unbegrenzt. Bei gegebenem Spannungsverhältnis ist sie bestimmt durch den Betrag auf der kW-Achse, der von der Tangente an den Empfangskreis im Punkte T_e begrenzt wird. Trägt man den zugehörenden Winkel ψ' im Sendekreis ein, so erkennt man, dass für die Sendeleistung noch eine Erhöhung möglich ist. Die empfangene Blindleistung nimmt dabei allein zu, die Wirkleistung dagegen infolge der starken Zunahme der Uebertragungsverluste (grössere Scheinleistung T_a') ab. Der Unterschied in den Grenzleistungen für das Generatoren- bezw. Motorenende hängt vom Winkel δ ab und wird um so geringer, je kleiner das Verhältnis zwischen dem Ohmschen Widerstand und der Reaktanz ist, und wäre Null, wenn die Leitung nur induktiven Spannungsabfall, also keinen Ohmschen Widerstand hätte. Die Kreismittelpunkte liegen in diesem Fall, wie zu erwarten ist, auf der Q-Achse und es wird für die maximale Wirkleistung die Phasenverschiebung zwischen der Spannung am Anfang und Ende der Leitung 90°. — Der Punkt T_e ist die Kippgrenze für synchronen Betrieb. Unterhalb dieser Grenze bedeutet eine Vergrösserung der Phasenverschiebung zwischen den Endspannungen eine Leistungszunahme, welche die Tendenz hat, die Synchronmaschinen der Belastung zu beschleunigen und den Beharrungszustand wieder herzustellen, während beim Ueberschreiten dieser Grenze die Wirklast verringert wird, die synchronisierte Kraft abnimmt und die Maschinen sich mehr und mehr verzögern, bis sie ausser Tritt fallen.

Bei diesen Betrachtungen wurde, wie das Kreisdiagramm voraussetzt, angenommen, dass die Endspannungen im gesamten Arbeitsbereich der Uebertragung wirklich konstant bleiben, also:

$$\frac{\mathrm{d}E}{\mathrm{d}P} = 0.$$

Kann infolge der begrenzten Leistung und der Spannungscharakteristik der Generatoren und Synchronmotoren diese Annahme nicht aufrecht erhalten werden, so müssen, wie später gezeigt werden soll, zur Bestimmung der Grenzleistung als Endvektoren die induzierten Maschinenspannungen eingesetzt und die Reaktanz der Uebertragungsleitung noch um den Betrag der in Serie geschalteten Maschinenreaktanzen erhöht werden.

Das Kreisdiagramm ist selbstverständlich theoretisch ohne weiteres auch auf die Uebertragung statischer Lasten anwendbar. Eine Kippgrenze existiert hier nicht; dagegen wird man es hier in praktischen Fällen nie mit einer konstanten Empfangsspannung zu tun haben. Dieselbe wird vielmehr je nach der Zusammensetzung der Belastung veränderlich sein. Die maximale übertragbare Leistung ist bei gegebener Sendespannung durch die totale „Impedanz“ von Leitung und Last gegeben.

Ist die Sendespannung fixiert, so liegen die Mittelpunkte der Empfangskreise auf einer Geraden, welche mit der Q-Achse den Winkel $\operatorname{tg} \gamma = \frac{l_e}{m_e}$ bildet. Die Hüllkurve dieser Kreise ist eine Parabel (Fig. 9, auch in Fig. 7 erkenntlich). Die auf der P-Achse senkrecht stehende Tangente an die Parabel bestimmt die maximale Leistung P_{max}, welche sich mit der gegebenen Sendespannung übertragen lässt. Die dazugehörende Empfangsspannung ergibt sich aus der Differenzierung von Gleichung (34):

$$\frac{dP}{dE_e} = n\,E_a - 2\,l_e\,E_e,$$

woraus wird:

$$E_e = \frac{n}{2\,l_e}\,E_a \tag{35}$$

und die Leistung:

$$P_{max} = \frac{n^2}{4\,l_e}\,E_a^2. \tag{36}$$

Bei sehr langen Leitungen kann eine Kraftübertragung mit sehr stark abweichenden Sende- und Empfangsspannungen u. U. wirtschaftlich gerechtfertigt sein. Bei Koppelung von Systemen dagegen ist man meist gezwungen, die Endspannungen innert verhältnismässig kleiner Grenzen annähernd gleich zu wählen. Bei kurzen Leitungen ist es wirtschaftlicher, mit höherer Anfangs-, bei langen Leitungen mit höherer Empfangsspannung zu übertragen, je nach dem Einfluss des Ladestroms.

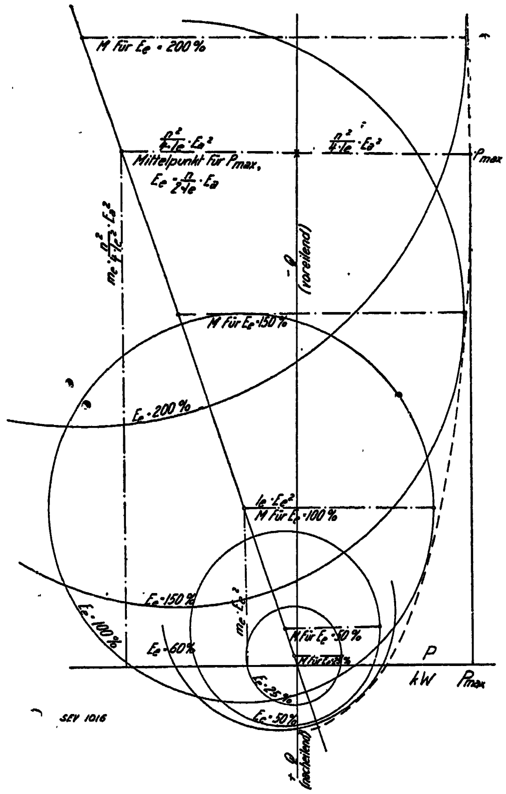


Fig. 9.
Empfangskreise und Hüllkurve für konstante Sende- und veränderliche Empfangsspannung.

Unter der Annahme gleicher Endspannungen, $E_a = E_e$, wird die maximale Leistung ($P_{e\,max}$ in Fig. 7),

$$P_{e\,max} = (n - l)\,E_a^2. \tag{37}$$

Im tatsächlichen Betrieb wird in der Regel die normale Uebertragungsleistung nur einen Bruchteil der maximal möglichen Leistung betragen, weil andernfalls die benötigten Synchronkondensatoren für die zusätzliche Blindleistung unverhältnismässig gross werden. Dagegen kann unter abnormalen Zuständen, z. B. Notbetrieb und Störungen, die Grenzleistung erreicht und überschritten werden.

Betreff der Möglichkeit übertragbarer Energien kann mit Bezug auf das Empfangsdiagramm (Fig. 9) zusammenfassend gesagt werden, dass, wenn eine Last innerhalb der Hüllkurve liegt, sie durch entsprechende Wahl der Spannungsverhältnisse, ohne Hilfe zusätzlicher Apparate, übertragen werden kann. Sind die Spannungsverhältnisse konstant zu halten, so sind Kondensatoren notwendig, sofern der Lastpunkt nicht auf dem betreffenden Empfangskreis liegt. Bei Belastung mit rotierenden Maschinen darf mit Rücksicht auf den synchronen Betrieb ausserdem der zulässige Winkel ψ' nicht überschritten werden. Lasten, die ausserhalb der Hüllkurve, aber innerhalb der Kreistangente liegen, sind bei Verwendung von Synchronkondensatoren übertragbar. Die Grenzleistung kann aber je nach der Charakteristik der Konden-

satoren nur angenähert erreicht werden. Lastpunkte ausserhalb der Tangente sind für die gegebenen Spannungsverhältnisse imaginär.

Wird die Sendespannung nicht konstant gehalten, so ändern die maximalen Leistungen direkt proportional mit ihr. Die Höhe der dazu gehörenden Blindleistungen (Empfangsende) bleibt unverändert (vergl. dazu Fig. 8).

Das Verhalten der selbsttätigen Spannungsregulierung.

Der Umstand, dass sich die Empfangskreise bei verschiedenen Spannungen schneiden, verdient besondere Beachtung bei der Verwendung von selbsttätigen Spannungsreglern. Es gibt nämlich eine Arbeitsgrenze für die Regler, von welcher an einer Verstärkung des Erregerfeldes ein Spannungsrückgang statt eine Erhöhung folgt. Diese Grenze hängt vom Charakter der Leitung, der Kondensatoren und der Last ab und liegt zwischen den durch die Hüllkurve einerseits und den Tangenten anderseits gegebenen Leistungen.

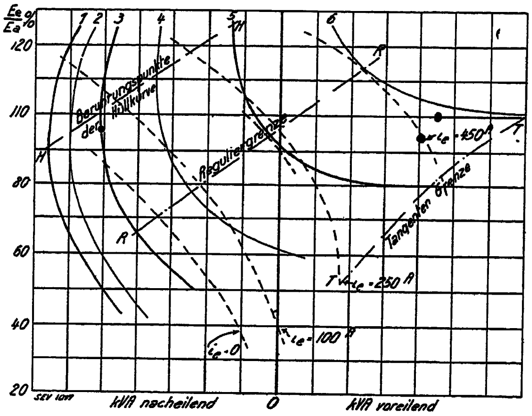


Fig. 10.

Wirkung der Feldverstärkung von Synchronmaschinen auf die Spannung in der Nähe der Grenzbelastung. (Selbsttätige Spannungsregler.)

Kurve 1	gilt für	0%	übertragene	Wirkleistung
„ 2	„ „	25%	„	„
„ 3	„ „	50%	„	„
„ 4	„ „	75%	„	„
„ 5	„ „	100%	„	„
„ 6	„ „	125%	„	„

In Fig. 10 sind die Spannung und Blindleistungen für verschiedene Wirkleistungen und für verschiedene Erregungen der Synchronmaschinen aufgetragen. Die Linie $H-H$ verbindet die Berührungspunkte der Hüllkurve der Empfangskreise; die Linie $T—T$, die maximalen Tangentenpunkte. Die Reguliergrenze $R-R$ ist durch die Berührungsstelle der Belastungs- und Erregercharakteristiken gegeben. Im Schnittpunkt von $H-H$ werden die Leistungskurven senkrecht, im Schnittpunkt von $T-T$ parallel zur kVA-Achse. Oberhalb von $H-H$ bringt eine Verstärkung der Erregung eine Erhöhung sowohl von voreilender Leistung als auch der Spannung; der Regler arbeitet „normal". Zwischen $H-H$ und $R-R$ dagegen entspricht interessanterweise der Verstärkung des Erregerfeldes eine Abnahme der voreilenden kVA, doch eine Zunahme der Spannung, der Regler arbeitet also richtig. Unterhalb der Reguliergrenze $R-R$ jedoch folgt der Verstärkung des Feldes wohl eine Zunahme der voreilenden Blindlast, aber eine Abnahme der Spannung. Der Regler wird folglich versuchen, das Feld noch mehr zu stärken und treibt, da sich die Wirkungen gegenseitig im unrichtigen Sinn unterstützen, die Spannung gegen Null. Dieser Arbeitsbereich ist mit den heute gebräuchlichen Reglern betriebsunfähig und kann bei hohen Ueberlastungen zu Störungen führen.

Die Grenzen der Kraftübertragung wurden vorstehend aus dem Kreisdiagramm hergeleitet. Es kann also der Einfluss der Transformatoren in den kombinierten Leitungskonstanten bereits mitberücksichtigt werden. Derselbe kommt stark in der Konstanten $n = \frac{1}{\sqrt{b_1^2 + b_2^2}}$, d. h. in einer Verkürzung der Kreisradien, also Verringerung der maximalen Wirkleistung und Vergrösserung der benötigten voreilenden Blindleistung zur Geltung. Letztere Wirkung wird durch eine Verschiebung des Kreismittelpunktes, vor allem längs der Q-Achse noch erhöht. Mit Rücksicht auf die Leistungsfähigkeit der Uebertragung ist es folglich angezeigt, Transformatoren mit niedriger Impedanz zu verwenden.

F. Die Stabilität.

Die maximale Betriebsleistung einer gegebenen Kraftübertragung ist einesteils durch die Wirtschaftlichkeit, d. h. die Grösse der benötigten Synchronkondensatoren und den Verlusten gegeben und andernteils durch die Stabilität begrenzt. Ein System ist stabil, wenn es für den betrachteten Belastungszustand in synchronem Betrieb bleibt. Je nachdem die Belastung sich im Beharrungszustand oder in Aenderung befindet, kann man zwischen „statischer" und „dynamischer" Stabilität unterscheiden.

Die statische Stabilitätsgrenze.

Die statische Grenzleistung, welche von einer Leitung übermittelt werden kann, ist uns aus dem Kreisdiagramm, Fig. 7, als der Tangentpunkt T_e bekannt. Die maximal zulässige Phasenverschiebung zwischen der Spannung am Anfang und Ende der Leitung, die sich dabei einstellt und die für irgend ein Spannungsverhältnis dieselbe bleibt, ist durch den Winkel ψ' gegeben. Zwischen diesem Winkel und den Leitungskonstanten besteht die Beziehung:

$$\psi' = \operatorname{arctg} \frac{b_2}{b_1} \tag{38}$$

oder auch in Winkelgraden:

$$\psi' = 90^0 - \delta.$$

Für kürzere Leitungen wird:

$$\psi' = \operatorname{arctg} \frac{X_{\text{Leitung}}}{R_{\text{Leitung}}}.$$

Die Folgen eines Ueberschreitens dieser Grenze wurden auf Seite 490 besprochen und auch auf den Umstand hingewiesen, dass bei Vernachlässigung des Ohmschen Widerstandes (verlustfreie Leitung) der Winkel $\psi' = 90^0$ wird; in andern Worten, die maximale Uebertragungsleistung ist erreicht, wenn der Reaktanzspannungsabfall der Leitung $(I\ X)$ diese Verschiebung zwischen den Endspannungen bedingt.

Hierbei wurden stillschweigend zwei Voraussetzungen getroffen, nämlich erstens, dass die Leitung das einzige Glied der Kraftübertragung sei, welches die Leistung begrenze, zweitens, dass die Spannung an den Leitungsenden innerhalb dem Leistungsbereich wirklich konstant gehalten wird oder gehalten werden kann. In Wirklichkeit müssen in die Rechnung noch die Generatoren, Transformatoren, allfällige Synchronkondensatoren eingeschlossen und auch die Art der Last mitberücksichtigt werden, was durch die entsprechende Berechnung der Leitungskonstanten A, B, C, D geschehen kann. Uebersichtlicher und zweckmässiger ist es jedoch, insbesondere mit Rücksicht auf die späteren Untersuchungen, die einzelnen Teile der Kraftübertragung auseinander zu halten.

Das Spannungsvektorendiagramm einer einfachen Kraftübertragung nach Fig. 11 ist in Fig. 12 gegeben.

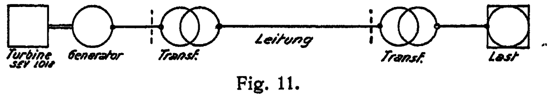


Fig. 11.
Schema einer Kraftübertragung.

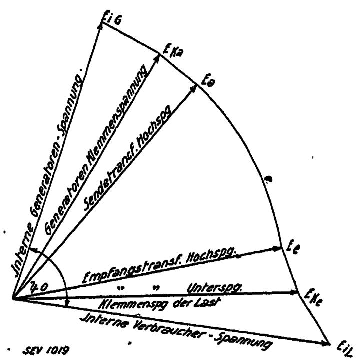


Fig. 12.
Spannungsvektorendiagramm einer Kraftübertragung Fig. 11.

Sinkt aus irgend einem Grund die Spannung an den Leitungsenden, und das ist z. B. bei jeder Belastungszunahme der Fall, so reduziert sich entsprechend die übertragbare Leistung. Im Kreisdiagramm zeigt sich das darin, dass für die Be-

stimmung der Kippleistung kleinere Endspannungen einzusetzen sind oder, indem man im Diagramm mit der normalen Betriebsspannung den zulässigen Winkel der Leitung herabsetzt. In diesem letzteren Fall tritt an Stelle der Endspannungen der Leitung die interne Maschinenspannung, welche bei allmählicher Steigerung, sowie bei den betriebsmässigen Schwankungen der Belastung als gleichbleibend betrachtet werden darf. Zur Phasenverschiebung der Leitung müssen dann naturgemäss auch der Spannungsabfall, hervorgerufen durch die Reaktanz der Transformatoren und Synchronmaschinen, vektoriell addiert werden. Die statische Stabilitätsgrenze ist erreicht, wenn die internen Maschinenspannungen der Uebertragungsenden um den maximal zulässigen Winkel ψ für Synchronbetrieb ($= \sim 90^0$) verschoben sind. Diese Grenzleistung kann praktisch erreicht werden, sofern der benötigte Blindstrom verfügbar ist; im andern Fall ist sie beschränkt durch die vorhandene magnetische Energie der Synchronkondensatoren und der Last.

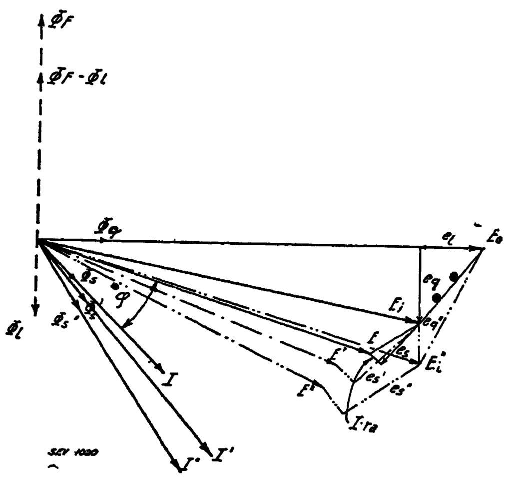


Fig. 13.
Spannungsdiagramm eines Generators bei nacheilendem Strom.

E_0 der eingestellten Erregung, bzw. dem Feld Φ_F entsprechende Leerlaufspannung.
E_i induzierte E. M. K.
E Klemmenspannung bei Belastungsstrom I und $\cos\varphi$.
e_l vom magn. Längsflux Φ_l der Armaturreaktion induzierte E. M. K.
e_q vom magn. Querflux Φ_q der Armaturreaktion induzierte E. M. K.
Ir_a durch den effektiven Ankerwiderstand r_a erzeugter Spannungsabfall.
′ Anfangswerte bei Belastungsänderung für langsamlaufende Generatoren.
′ Anfangswerte bei Belastungsänderung für Turbogeneratoren.

Der Spannungswinkel der Leitung und der Transformatoren liegt eindeutig fest. Einige Unsicherheit bietet jedoch die Generatorenreaktanz, welche für diese Betrachtung in Rechnung zu setzen ist; denn bei den gegenwärtigen Maschinenkonstruktionen und Art der Spannungsregulierung bleibt bei einer Laständerung in Wirklichkeit kein Spannungsvektor unverändert. Einen Einblick in die Verhältnisse gewährt das Diagramm der Synchronmaschine von A. Blondel, wobei die Reaktanzspannung in ihre Komponenten zerlegt wird (Fig. 13). Bei plötzlichen Belastungsänderungen ist in langsam laufenden Maschinen die Geschwindigkeit der Veränderung der längsmagnetisierenden Wirkung von der Armaturreaktion und in Turbogeneratoren auch des Querfluxes, infolge der in der Erreger- und Dämpferwicklung hervorgerufenen Gegen-E. M. K. bzw. Wirbelströme, gegenüber dem Spannungsabfall des Streufluxes von zweiter Ordnung. Es wird also gewissermassen im ersten Augenblick einer Zustandsänderung die Ausgleichsstromwelle im Luftspalt gestaut, so dass die vom resultierenden Feld der Erregung und Armaturreaktion induzierte E. M. K., E_i, unverändert bleibt, und als Generatorenreaktanz folglich nur die Streureaktanz im Spannungsdiagramm zu verwenden ist.

Dieselbe Annahme, wie sie für die Generatoren getroffen wurde, ist auch auf die Synchronmotoren anzuwenden. Bei gemischter Belastung, oder wenn am Leitungsende ein stark verzweigtes Netz angeschlossen ist, sind die synchronen, induktiven und Ohmschen Lasten zu einer einzigen, aequivalenten Last, unter Einschluss der Reaktanz der Zuleitungen, zusammenzufassen. Dabei ist zu beachten, dass für veränderliche Spannung die Belastung durch Synchron- und Induktionsmotoren gleich bleibt, währenddem der Ohmsche Belastungsanteil quadratisch mit der Spannung variiert. Reine synchrone Last, die durch Zuleitungen von hoher Impedanz mit der Uebertragung verbunden ist, stellt die ungünstigste, die Annahme von unendlichen Sammelschienen, d. h. keine Spannungsänderung auf der sekundären Seite der Transformatoren innert dem Leistungsbereich, die günstigste Art der Belastung dar.

Die dynamische Stabilität.

Die statische Stabilitätsgrenze ist durch eine bestimmte Leistung eindeutig gegeben. Nicht so einfach liegen die Verhältnisse in bezug auf die dynamische Stabilität. Dieselbe hängt in mannigfacher und verwickelter Weise von einer grösseren Anzahl z. T. schwer fassbarer und ineinandergreifender Grössen ab. Es ist deshalb nicht möglich, die dynamische Stabilität in einer allgemeingültigen Beziehung darzustellen. Um einen Ueberblick zu bekommen, müssen wir das Problem in einzelne Glieder auflösen.

Die dynamische Stabilität bezieht sich nach Definition auf eine Belastungsänderung. Eine Aenderung der Leistungsverhältnisse kann, abgesehen von den Leistungsschwankungen, welche von der Ungleichförmigkeit der Antriebsmaschinen herrühren, aus drei Gründen hervorgerufen werden, nämlich durch:

1. Belastungsänderungen,
2. Schaltoperationen,
3. Störungen.

Betrachten wir nun die Verhältnisse an Hand eines einfachen Uebertragungssystems nach Fig. 11, wobei aber angenommen ist, dass an den Leitungsenden sowohl eine einzelne Maschine, wie eine Gruppe von Generatoren oder Kraftwerken bezw. Synchronkondensatoren und Motoren angeschlossen sein können.

Unter der Annahme eines plötzlichen Belastungsstosses spielt sich folgender Vorgang ab: Die zusätzlich belastete Maschine verzögert den räumlichen Winkel ihres Polrades und mit ihm den elektrischen Winkel zwischen der Netz- (Klemmen-) Spannung und der induzierten E. M. K. Die während der Verzögerung der rotierenden Massen freiwerdende kinetische Energie dient zur Deckung des momentanen Belastungsstosses. Anderseits wird gleichzeitig durch das Anwachsen der innern Phasenverschiebung die Maschine in die Lage versetzt, eine grössere elektrische Leistung aufzunehmen. Diese Zunahme wird über die Leitung durch Wanderwellen auf die Generatoren übertragen, wo sich in umgekehrter Richtung ein analoger Vorgang abspielt. Sowohl vom Motor wie Generator wird im ersten Augenblick der Belastungsstoss aus der kinetischen Energie der Schwungmassen bestritten. Dadurch verzögert sich die Winkelgeschwindigkeit (Frequenz) des gesamten Systems. Je aber nach der relativen Grösse des Belastungsstosses zur kinetischen Energie der einzelnen Maschinen bezw. Maschinengruppen, werden die Rotoren, und damit die einzelnen induzierten Maschinenspannungen, um einen grössern oder kleinern Winkel von der normalen, d. h. mittleren Netzspannung abweichen. Infolgedessen werden die Maschinen in einen gegenseitigen Pendelungszustand versetzt. Die Amplituden dieser freien Schwingungen (von praktisch konstanter Frequenz) werden mit wachsender Zeit infolge der Dämpfung (Wirbelströme, Reibung) abnehmen. Das System wird in den früheren Gleichgewichtszustand zurückkehren oder, wenn die Belastungszunahme nicht vorübergehender, sondern dauernder Natur war, sich auf eine neue Gleichgewichtslage, entsprechend der Stellung der Regulatoren, einschwingen; vorausgesetzt natürlich, dass nicht durch den ersten Schwingungsimpuls eine Maschine oder Gruppe ausser Tritt gefallen ist. Da die Schwingungen von verhältnismässig langer Zeitdauer sind, haben in der Regel sowohl Spannungsregler wie Leistungsregulatoren Zeit, in Funktion zu treten, wobei sich den ersterwähnten Pendelungen solche, hervorgerufen vom Reguliermechanismus, überlagern können.[14] Ihr Einfluss muss meist mitberücksichtigt werden. Aehnlich verhält es sich mit den von den Antriebsmaschinen veranlassten erzwungenen Schwingungen.

Fig. 14 veranschaulicht den Verlauf der Pendelungen mit der Zeit. Kurve I entspricht einer ungedämpften, Kurve II einer gedämpften Schwingung, beide hervorgerufen durch einen plötzlichen, vorübergehenden Belastungsstoss. Kurve III zeigt den Verlauf einer gedämpften Schwingung für eine bleibende Belastungszu-

[14]) Vergl. Schweiz. Bauzeitg. 1922, S. 14.

nahme und Kurve IV die Folgen eines die dynamische Stabilität übersteigenden Stosses.

In Systemen mit mehreren Maschinen, bezw. Maschinen- oder Kraftwerkgruppen, werden nicht alle Maschinen von einer Belastungsänderung gleich beeinflusst. Es ist deshalb notwendig, die Winkelbewegungen für jedes Glied, z. B. Generatoren und Motoren, einzeln zu bestimmen und dann unter Berücksichtigung von Phase, Amplitude und Periodenzahl und der Winkelverschiebung, hervorgerufen durch die Leitung, zu kombinieren. In der Regel wird die resultierende Bewegung recht komplizierter Natur sein, da durch die Ueberlagerung der einzelnen Vorgänge alle Erscheinungen der Interferenz, der Resonanz, der Schwebungen auftreten können, wie sie bei gekuppelten, schwingenden Systemen zu erwarten sind. Der maximale Pendelausschlag tritt deshalb nicht notwendigerweise schon im ersten Schwingungszyklus auf. (Vergl. Fig. 18.)

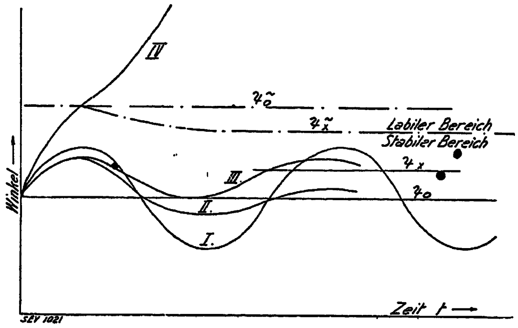


Fig. 14.
Winkelschwingungen der Spannungsvektoren bei stossweiser Belastungserhöhung (konstantes Dämpfungsmoment).

ψ_0 Ruhewinkel der Anfangsbelastung P_0.
ψ_x Ruhewinkel der Endbelastung P_x.
$\psi_0^{\sim}$ max. zul. Schwingungswinkel für P_0.
$\psi_x^{\sim}$ max. zul. Schwingungswinkel für P_x.

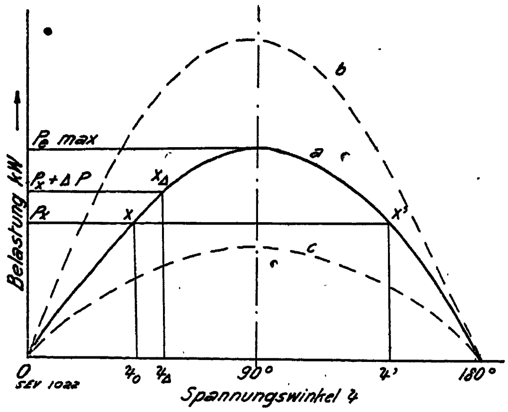


Fig. 15.
Phasenverschiebungswinkel der Endspannungen in Abhängigkeit der Belastung.

Die Beziehung zwischen der übertragenen Leistung und der Phasenverschiebung der Endspannungen einer Kraftübertragung mit zwei E. M. K. erzeugenden Elementgruppen (Generator und Motor) ist bereits im Kreisdiagramm ersichtlich. In etwas anderer Form ist sie ebenfalls in Fig. 15 gegeben. Unter der Annahme, dass das Verhältnis von Reaktanz zu Ohmschem Widerstand so gross ist, dass letzterer ohne wesentliche Ungenauigkeit vernachlässigt werden kann und unter der Annahme konstanter Maschinenreaktanz folgt die Kurve in Fig. 15 der Sinuslinie. Der maximalen statischen Grenzleistung entspricht wie im Kreisdiagramm der Winkel $\psi = 90^0$ $(R = 0)$. Diese Grenze ist eindeutig und kann tatsächlich erreicht werden, wenn die Belastung allmählich, d. h. ohne Schwingungen irgendwelcher Art, gesteigert wird und die Endspannungen wirklich konstant bleiben.

Ein System ist nun dynamisch stabil, wenn durch eine Aenderung der Leistungsverhältnisse keine Winkelschwingungen hervorgerufen werden, die ein Ueberschwingen der Spannungsvektoren über den Spiegelpunkt X' in Fig. 15 mit sich bringen. Es besteht also für einen stabilen Betrieb die Bedingung:

$$\psi^{\sim}_{\max} \leqq 180 - \psi_0 \qquad (39)$$

wobei $\psi^{\sim}_{\max}$ die maximal zulässige Winkelschwingung bedeutet und ψ_0 der Ruhewinkel der Belastung ist, die unmittelbar vor Eintritt der Aenderung übertragen wurde.

Bei zusammengesetzten Systemen, d. h. wenn zwischen dem Sende- und Empfangsende der Kraftübertragung sich noch andere elektromotorische Kräfte erzeugende Quellen befinden (Kraftwerke, Kondensatoren, grosse Synchronmotoren), folgt

die Winkelkurve nicht mehr dem Sinusgesetz, sondern nimmt eine Form z. B. nach Fig. 16 an. Die maximale Belastung wird dann nicht bei 90°, sondern einem grösseren Winkel erreicht. Ebenso ändert sich die zulässige Winkelschwingung. Sie bleibt aber durch den zum Ruhewinkel korrespondierenden Winkel gegeben.

Die dynamische Stabilität ist also eine Funktion der übertragenen Leistung, bezw. deren Ruhewinkel ψ_0 und einer dazugehörenden maximalen zulässigen Winkelschwingung. Das Problem lässt sich folglich auf die Untersuchung der Pendelungen zurückführen, die ein über längere Leitungen gekoppeltes System parallel arbeitender Synchronmaschinen unter den verschiedenen Betriebsverhältnissen bei plötzlich vorkommenden Belastungsänderungen, Schaltoperationen und den zu erwartenden Störungen ausführt.

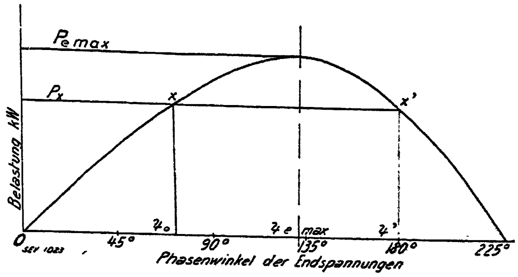


Fig. 16.
Winkeldiagramm eines zusammengesetzten Systems.

Die Pendelerscheinungen parallel laufender Synchronmaschinen wurden schon vor Jahren in einer grösseren Zahl von Arbeiten untersucht und finden sich z. B. in E. Arnold „Wechselstromtechnik“ Band IV eingehend behandelt.[15]) Die allgemeine Differentialgleichung einer parallel geschalteten Maschine, der stossweise ein Ueberschuss an mechanischer Energie zugeführt wird, lautet[16]):

$$\frac{J}{P}\,\Omega_m\,\frac{d\omega}{dt} + W_S(\Theta - \Theta_m) + W_D\frac{d\Theta}{dt} = \triangle P \qquad (40)$$

wobei: J = Trägheitsmoment der rotierenden Massen; Ω = räumliche, ω = elektrische Winkelgeschwindigkeit; Θ = Phasenverschiebung zwischen induzierter E. M. K. und Klemmenspannung, W_S = synchronisierende Kraft; $W_D = D\,\Omega_m$, D = Dämpfungskonstante.

Das erste Glied entspricht also der Aenderung der Trägheitsleistung; das zweite Glied der Synchronleistung, hervorgerufen durch die Verschiebung des Drehwinkels von der Mittellage Θ_m nach Θ; und das dritte Glied der von der Dämpferwicklung infolge der Winkelverschiebung entwickelten asynchronen Leistung.

Die Zunahme der Phasenverschiebung zwischen dem Spannungsvektor des Netzes und der Maschine ist gegeben durch:

$$\frac{d\Theta}{dt} = \omega - \omega_N \qquad (41)$$

wobei ω die Winkelgeschwindigkeit der Maschine und ω_N diejenige des Netzvektors im betrachteten Zeitmoment bedeutet. Die Winkelgeschwindigkeit des Netzvektors ist nun infolge der Zwischenschaltung der Leitung an den Enden der Kraftübertragung verschieden und zwar besteht die Beziehung:

$$N\,(\omega_{N1} - \omega_{N2}) = \sum \triangle P \qquad (42)$$

worin: ω_{N1} und ω_{N2} die Winkelgeschwindigkeit der bezüglichen Leitungsenden sind. N ist die sogenannte Netzkonstante und entspricht der über die Leitung vermittelten Zunahme der Leistung pro Grad Zunahme des Spannungswinkels.

Für alle Maschinen, Generatoren, Motoren, Synchronkondensatoren, lassen sich Differentialgleichungen aufstellen, die alle dieselbe Form haben wie Gleichung (40). Diese Gleichungen können ergänzt werden durch solche, die noch den Ausgleichvorgängen (Magnetfelder, Spannung, Dämpfung) in den Maschinen, der Wirkung

[15]) s. a. Literatur 10 und V. Karapetoff Trans. A. I. E. E. 1920, S. 1217.
[16]) Arnold, W. T. 2. Auflage, Bd. IV. S. 384.

der Spannungsregler und Leistungsregulatoren Rechnung tragen. Mit Ausnahme der einfachsten Fälle wird der rechnerische Weg aber so kompliziert, dass praktisch die Lösung auf analitische Art verunmöglicht wird. Selbst die angenäherte Rechnung durch Annahme endlicher Zeiten für dt und die Bestimmung der Verhältnisse für eine Reihe sich folgender Zeitintervalle, unter jeweiliger Einführung der Korrektur für die nicht direkt berücksichtigten Faktoren, ist umständlich und äusserst mühsam. Es liegt deshalb der Angriff des Problems, vor allem für quantitative Untersuchungen, auf experimentellem Wege nahe.

Hierfür dürften sich zwei Arten als erfolgreich erweisen. Die eine besteht darin, dass man im Laboratorium die Versuche an einem der Wirklichkeit entsprechenden äquivalenten elektrischen System durchführt. Ein anderes Mittel bietet die mechanische Analogie, wobei sich besonders das Verfahren nach einer Idee von S. B. Griscom als sehr zweckmässig gezeigt hat.[17]) Griscom schlug vor, die Wirkleistungen durch Drehmomente — Generatoren, z. B. durch solche im Gegenuhrzeigersinn, Belastungen (Motoren) durch solche im Uhrzeigersinn —, Leitungen durch Federn zu ersetzen. Der jeweiligen Spannung entspricht die Hebelarmlänge, dem Spannungsabfall (prop. Strom) die Länge der Federn und den Reaktanzen die Elastizität der Federn. Die kinetische Energie wird in der Massenträgheit der einzelnen Elemente berücksichtigt. Ausserdem werden je nach den Umständen verschiedene Verfeinerungen angewendet. — Die Blindleistungen ergeben sich als das Produkt von Hebelarm und radialer Komponente der Federspannung. Der Phasenwinkel zweier Spannungen ist gleich dem Winkel zwischen den zwei korrespondierenden Punkten der Federn im mechanischen Modell. Die Funktionen von Relais und Schaltern wird von abgestimmten Schmelzsicherungen übernommen. — Die Vorgänge bei Belastungsänderungen, Schaltoperationen und Störungen werden als am mechanischen Modell kinematographisch aufgenommen und dann nachher bei langsam ablaufendem Film in ihren Phasen untersucht. Man erhält dadurch ein übersichtliches und getreues Bild des Verlaufs der Geschehnisse und kann so die Stabilität eines Systems unter verschiedenen Bedingungen und nach mannigfaltigen Gesichtspunkten auf einfache und rasche Art untersuchen.[18])

Um ein System von hoher dynamischer Stabilität zu erhalten, muss dasselbe möglichst schwingungsträge aufgebaut sein. Es ist also darauf zu achten, dass keine Interferenzerscheinungen zwischen den von den Antriebsmaschinen und ihren Regulierorganen aufgedrückten, erzwungenen Schwingungen und den freien Schwingungen des Netzes, sowohl gegenseitig als unter sich, auftreten können. Ausserdem sind die einzelnen Schwingungsamplituden selbst durch die Wahl grosser Schwungmomente und kräftiger Dämpfung so gering als irgend möglich zu halten. Der diesbezügliche Einfluss und das Verhalten der Dämpfung ist theoretisch bereits eingehend von L. Dreyfuss untersucht worden.[19])

Während diesen Betrachtungen haben wir, ähnlich wie bei der statischen Stabilität, vorausgesetzt, dass die induzierten Maschinenspannungen konstant seien. Diese Annahme bedarf der nähern Prüfung.

Bei einer Belastungszunahme sinkt mit dem Auftreten des Ausgleichstromes die Klemmenspannung. Dadurch werden die Spannungsregler der Generatoren und Synchronkondensatoren in Tätigkeit gesetzt und versuchen durch Verstärkung des Erregerfeldes die Klemmenspannung (bezw. Endspannungen der Uebertragung) wieder auf den Sollwert zu bringen. Inzwischen hat sich aber auch die Wirkung der erhöhten Armaturreaktion geltend gemacht, welche umgekehrt die Tendenz hat, den bestenden Luftspaltkraftfluss und die von ihm induzierte Spannung herabzusetzen. Je nach der räumlichen Lage des Magnetfeldes, die von der Wirkbelastung der Maschine abhängt, ist der Einfluss des rückwirkenden Längs- bezw. Querfeldes

[17]) Literatur 31.

[18]) S. Literatur 61 für Untersuchungen, die mit solch einem Modell für die im Beispiel (II. Teil dieser Arbeit) behandelte Anlage durchgeführt wurden.

[19]) Literatur 33.

mehr oder weniger gross. Da die Spannungsregulierung sowohl wie die Armaturreaktion infolge der magnetischen Trägheit nur allmählich zur Wirkung gelangen, wird die Aenderung der induzierten E. M. K. und damit auch der Klemmenspannung davon abhängig sein, welcher dieser beiden Faktoren der wirksamere ist. Bei Maschinen normaler Konstruktion und der üblichen Spannungsregulierung kann eine Spannungssenkung bei grösseren Belastungsstössen nicht vermieden werden.

Es stehen uns also zwei prinzipielle Wege zur Verbesserung der dynamischen Stabilität offen, nämlich in der Konstruktion der Generatoren und in der Art der Spannungsregulierung. Die Generatoren sind für möglichst kleine Armaturrückwirkung und hohe Eigenregulierung zu bauen. Diese Forderung steht im Gegensatz zur allgemeinen heutigen Praxis. Die Einführung des automatischen Schnellreglers hatte es seinerzeit ermöglicht, billigere Maschinen, d. h. solche mit hohem Spannungsabfall, zu bauen. Die Kostenfrage der einzelnen Elemente eines Kraftübertragungssystems spielt jedoch nur in zweiter Linie eine Rolle und so ist es oft nicht nur zulässig, sondern im Hinblick auf die erhöhte Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der gesamten Anlage angezeigt, die Generatoren für einen geringeren Spannungsabfall als üblich auszuführen. Anderseits lässt sich die Wahl eines allzu ungünstigen Kurzschlussverhältnisses bei einer rapiden Anpassung der Erregung an die Belastungsänderungen vermeiden. Die Spannungsregulierung muss bestrebt sein, die Wirkung des Spannungsabfalles, hervorgerufen durch die Streuung und Armaturreaktion, in Grösse und Phase während ihres Entstehens zu kompensieren. Eine solche Möglichkeit bietet die Verwendung von Gleichrichtern, die durch den Armaturstrom gespiesen werden, als zusätzliche Erregerquelle. Ein anderes Mittel liegt in der Steigerung der Schnelligkeit der heute verwendeten Schnellregler und der Verminderung der magnetischen Trägheit des Erregersystems. In dieser Beziehung ist der Umstand von Bedeutung, dass während des Verlaufs des Ausgleichvorganges in der Maschiene die Erregerwicklung keine wirksame Impedanz besitzt und folglich die aufgedrückte Erregerspannung nur den eigentlichen Widerstand der Erregerwicklung zu überwinden hat.[20]) Die Zeit, die hierfür zur Verfügung steht, ist in der Grössenordnung von etwa $^1/_3$ bis $^1/_2$ Sekunde. Erreger, die bei einer Maximalspannung von 1000 V einen Spannungsanstieg von 6000—7000 V/sec, also etwa dem 50fachen gewöhnlicher Erreger, aufweisen, sind ausführbar.[21]) Sie genügen also den Zeitanforderungen vollkommen. Neben grosser Schnelligkeit ist auch eine scharfe Ueberregulierung, die eine Erhöhung der Spannungen während eines Störungsvorganges ermöglicht, vorteilhaft. Es wird dadurch die Stabilitätsgrenze künstlich vorübergehend erhöht.

Aehnliche Vorgänge wie bei Belastungsänderungen spielen sich bei Schaltoperationen ab. Dabei werden allerdings nicht die absoluten Belastungen, wohl aber die relativen Leistungsverhältnisse in bezug auf die Grenzleistung verschoben, indem das Zuschalten einer Leitung die Reaktanz des Stromkreises und den Phasenwinkel der Endspannungen verringert (Fig. 15, Kurve *b*), ein Abschalten sie vergrössert (Kurve *c*).

Die grössten Anforderungen an die Stabilität eines Kraftübertragungssystems rühren jedoch von Kurzschlüssen her. Naturgemäss bilden unter diesen dreiphasige Kurzschlüsse die schärfste Form. Bei Höchstspannungsanlagen wird aber die Konstruktion und Anordnung der Leitungen so gewählt, dass direkte Dreiphasenschlüsse praktisch ausgeschlossen sind. Auch Phasenschluss ist selten zu befürchten; die weitaus grösste Zahl von Störungen finden als Kurzschluss zwischen einem Leiter und Erde statt. Es liegt deshalb die Forderung nahe, dass Erdschlüsse in der Regel zu keinen Betriebsunterbrechungen führen dürfen. Der Systemschutz ist folglich grundsätzlich nach diesem Gesichtspunkt auszulegen. Auch die Stabilitätsuntersuchungen haben sich in erster Linie mit diesen Störungen zu befassen.

[20]) Trans. A. I. E. E. 1925, S. 99.

[21]) Literatur 58, 59 und 60 und Fussnote 38.

Erdschlüsse unterscheiden. sich von Belastungszunahmen und Schaltoperationen durch den Ort und die Art ihres Auftretens. Je nach der Lage und ob es sich um einen hoch- oder niederohmigen Kurzschluss handelt, werden die Generatoren entlastet oder zusätzlich belastet. Bei niederohmigen Erdschlüssen kann es vorkommen, dass ein Teil des Kurzschlußstromes sogar vom Lastende her geliefert wird. Dabei können enorme Belastungsschwankungen im System ausgelöst werden.[22]) Die weitverbreitete Ansicht, dass jeder Kurzschluss eine Entlastung und Frequenzzunahme mit sich bringt, trifft durchaus nicht immer zu.

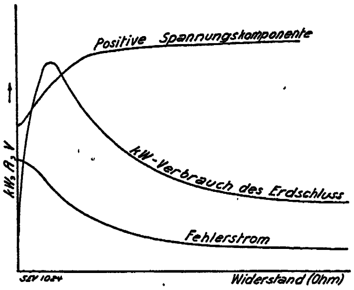


Fig. 17.
Einfluss des Erdschlusswiderstandes auf Spannung, Fehlerstrom und Erdschlusswirkleistung.

Fig. 17 zeigt die Grösse von Fehlerstrom, Leistungsverbrauch des Erdschlusses und der symmetrischen positiven Spannungskomponente in Abhängigkeit vom Erdschlusswiderstand. Vom Standpunkt der Stabilität aus ist also ein hoher Uebergangswiderstand von Leitermasten zu Erde erwünscht. Ebenso kann oft die Nullpunkterdung über einen gewissen Widerstand in grossen Netzen angezeigt sein. Die positive symmetrische Spannungskomponente, das ist diejenige Spannung, welche die Durchgangsleistung bestimmt, sinkt je nach Art und Grösse des Erdschlusses; doch bleibt sie im allgemeinen, d. h. in der Mehrzahl der Fälle, noch meistens über 70 % der Normalspannung. Dagegen kann es bei hochohmigen Erdschlüssen vorkommen, dass in einer der gesunden Phasen eine Spannungserhöhung eintritt. Ist zufällig der Spannungsregler an die gesunden Phasen angeschlossen, so wird er versuchen, die Generatorenspannung zu reduzieren. Das muss und kann verhütet werden z. B. durch Vorschaltung abgestimmter Ohmscher und induktiver Widerstände, so dass dem Regler nur die symmetrische positive Spannungskomponente aller drei Phasen zugeführt wird[23]).

Die Bedeutung der Hochhaltung der Spannungen während eines Störungsvorganges und die Notwendigkeit einer raschen Behebung oder Abschaltung der fehlerhaften Leitungsstrecke lässt sich deutlich aus dem Winkeldiagramm erkennen. Fig. 18 zeigt die Zunahme des Phasenwinkels zwischen der E. M. K. der einzelnen Kraftwerkgruppen eines verzweigten Energiesystems nach Fig. 19, bei einem Erdschluss in der Uebertragungsleitung in der Nähe des Unterwerkes *„V"*. Es wird im betrachteten Zeitpunkt von den Kraftwerken *„F"* über die als Ringleitung ausgebildete Doppelleitung Energie nach *„B"* übertragen. Von der Störung veranlasst, beginnt der Spannungswinkel zwischen den Maschinengruppen *„F"* und *„B"* plötzlich rasch zu wachsen bis nach Verlauf von 0,75 Sekunden die defekte Leitung von den automatisch betätigten Schaltern der Unterwerke *„V"* und *„Z"* abgeschaltet wird. Der Winkel wächst aber wegen den ausgelösten Schwingungen und der erhöhten Leitungsreaktanz (nur mehr eine Leitung zwischen *„V"* und *„Z"*) weiter an; doch bleibt der maximale Ausschlag in diesem Fall unterhalb der Stabilitätsgrenze und das System somit im Synchronismus. Die gestrichelte Kurve *„a"* zeigt die Winkelzunahme, wenn die fehlerhafte Leitung nicht abgeschaltet worden wäre. Man erkennt, dass in diesem Fall das System nach ca. $1^3/_4$ Sekunden ausser Tritt fällt. Ebenso hätte ein Ansprechen der Schalter nach 1 Sekunde, Kurve *„b"*, nicht mehr vermocht, den Betrieb aufrecht zu erhalten, indem, trotz Behebung der Ursache, durch das Ueberschwingen die Kippgrenze noch überschritten wird.

Die Gerade γ gibt den maximal zulässigen Winkelausschlag, wenn aus irgend welchem Grunde eine Senkung (hier z. B. ca. 10 %) der induzierten Spannungen

[22]) Bei einem Erdschluss einer 220 kV Leitung der Southern California Edison Co. wurden Belastungsschwankungen von 254000 kW gemessen. Die Generatorenleistung betrug 192000 kW, die angeschlossene Synchronmaschinenkapazität 457000 kVA. (Trans. A. I. E. E. Jan. 1928, S. 79.)

[23]) U. S. Patente 1567581/25 und 1571224/26.

eintritt. In diesem Fall ist selbst die Abschaltungszeit innert 0,75 Sekunden noch zu hoch; sie sollte beträchtlich verkleinert werden können. Die Ansprechzeiten der Relais genügen in der Regel den gestellten Anforderungen, dagegen sind die Abschaltzeiten der Schalter verhältnismässig hoch und der Verbesserung noch sehr bedürftig.

Arbeiten Kraftwerke nur über eine einzelne Leitung parallel, so wird man bestrebt sein müssen, selbst bei Störungen ein Abschalten und damit einen Unterbruch zu vermeiden. Man versucht deshalb, den Erdschluss z. B. durch vorüber-

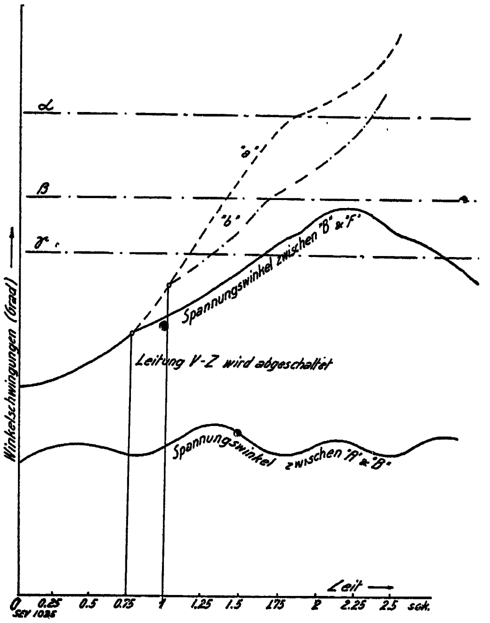


Fig. 18.
Winkelschwingungen eines Systems nach Fig. 19 bei Erdschluss in der Leitung V-Z.
α = max. zulässiger Schwingungswinkel zwischen "B"&"F" bei geschlossenem Ring.
β = " " " zwischen "B"&"F", Leitung V-Z abgeschaltet.
γ = " " " zwischen "B"&"F", Leitung V-Z abgeschaltet, bei ca. 10% Spannungssenkung.

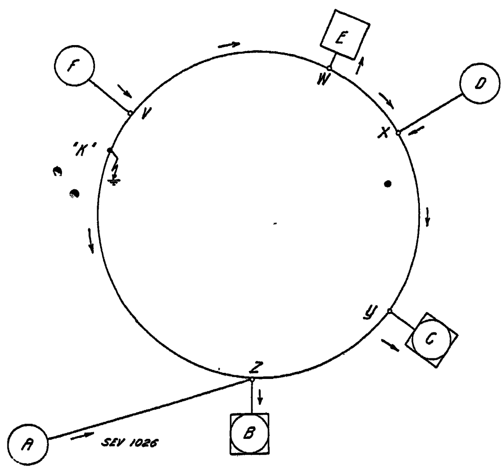


Fig. 19.
Koppelungsring eines Grosskraftsystems.
Kreise: Kraftwerke.
Quadrate: Verteilnetze.
Quadrate mit eingeschriebenem Kreis: Verbrauchersysteme mit eigenen Zentralen.
Die Pfeile geben die Energierichtung zu Fig. 18.

gehende Absenkung der Spannung, zur Löschung des Lichtbogens, zu beheben. Zu diesem Zwecke können vom Erdschlusstrom betätigte Relais verwendet werden, die direkt auf die Erregung der Generatoren einwirken. Selbstverständlich bleibt in diesem Fall das System nur im Synchronismus, wenn die geführte Leistung innerhalb der statischen und dynamischen Stabilität, entsprechend der reduzierten Spannung, liegt, also z. B. bei relativ schwacher Belastung.

Ein weiterer Faktor, der sich bei Störungen geltend machen kann, rührt von den Regulatoren her. Da die Winkelschwingungen von verhältnismässig langer Zeitdauer sind, so wird der Leistungsregulator in Funktion treten und, wenn der Kurzschluss einen Rückgang der Frequenz mit sich brachte, die Antriebsleistung stossweise erhöhen. Die darauf folgende Leistungswelle kann unter Umständen die Kippgrenze überschreiten, so dass das System ausser Synchronismus geworfen wird. Eine Schutzmassnahme dagegen bietet die Blockierung der Regulatoren durch Relais, die momentan auf den Erdschlussfehlerstrom ansprechen.

Statische und dynamische Stabilität hängen teilweise von denselben Faktoren ab. Dennoch besteht keine direkte Beziehung zwischen den beiden. Die Grenze der erstern ist durch die Wahl der Spannung und der Impedanzen des Stromkreises kontrollierbar; die dynamische Stabilität ist dagegen noch abhängig von

der Veränderlichkeit der Spannungen in Grösse und Phase, also von der jeweiligen Belastung, der Systemschaltung, den mechanischen Grössen, der Erregung, dem Schutzsystem, dem Verlauf des elektromagnetischen Ausgleichvorganges in den einzelnen Maschinen u. a. m., wobei je nach den Umständen ein einziger dieser Faktoren für sie ausschlaggebend werden kann.

Die kompensierte Leitung.

Ein Mittel, um die Grenzleistung einer Kraftübertragung zu erhöhen, besitzt man in der Kompensierung der Leitung durch Synchronkondensatoren, wie sie von R. Rüdenberg[24]), F. G. Baum[25]) u. a. vorgeschlagen wurde. Wäre es möglich, die Blindleistungsverluste an Ort und Stelle, wo sie auftreten, vollständig zu kompensieren, also kontinuierlich längs der Leitung, so ergäbe sich eine verzerrungsfreie Leitung. Der Betrieb mit reiner, fortschreitender Welle wäre erreicht, Strom und Spannung blieben an jeder Stelle der Kraftübertragung unverändert in Phase, der Wirkungsgrad würde ein Maximum und die Regulierung verbessert. Aus wirtschaftlichen Gründen ist man gezwungen, den Anschluss von Blindstromerzeugern auf möglichst wenige Stellen zu beschränken.

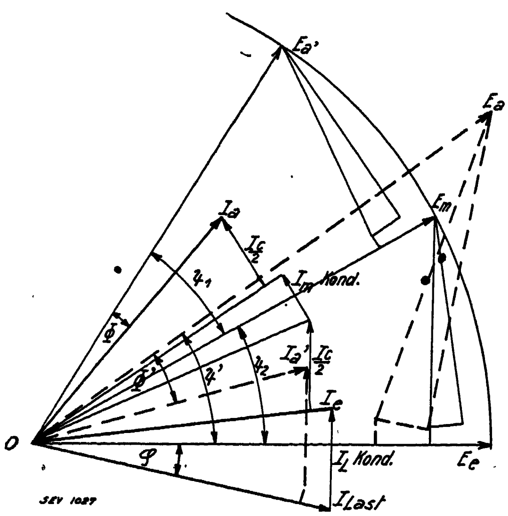


Fig. 20.
Vereinfachtes Diagramm einer kompensierten Leitung.

Die Synchronkondensatoren versuchen mit Hilfe automatischer Regler die Spannung an den Anschlusstellen bei allen Belastungen konstant zu halten, was also praktisch der Unterteilung der Leitung in selbständige Glieder entspricht (Fig. 20). Die maximale Leistung, die mit solch einer kompensierten Leitung übertragen werden kann, ist somit durch die Konstanten der Leitungsstrecke (mit der höchsten Impedanz) zwischen zwei Blindstrom-Unterwerken begrenzt.

Der Winkel $\psi_{max} = \text{arctg}\,\frac{b_2}{b_1} = \sim \text{arctg}\,\frac{X}{R}$ ist unabhängig vom übrigen Teil der Kraftübertragung und für die Erzeugung dieser Phasenverschiebung kommt nur die Reaktanz der Leitungsstrecke in Betracht. Vollständig ist das zwar noch nicht möglich. Inwieweit es verwirklicht werden kann, hängt von der Charakteristik der Kondensatoren und zugehörigen Transformatoren ab, die zu diesem Zweck für möglichst kleine Reaktanz und entsprechend grosser Leistung zu bauen sind. Durch Kompoundierung einer Leitung durch Zwischenwerke dieser Art hat man es in der Hand, jede Leistung auf praktisch irgendwelche Entfernung zu übertragen.

Fig. 20 stellt zwei Glieder einer kompensierten Leitung dar, oder was auf das gleiche herauskommt, eine Kraftübertragung mit Blindstromwerk am Ende und in der Mitte der Leitung. Zur Vereinfachung wurden darin die Transformatoren nicht separat berücksichtigt. Die apostrophierten Vektoren E_a', I_a', ψ', Φ' entsprechen den

[24]) E. T. Z. 1919, S. 85/86, schlug Rüdenberg, unterstützt von den Herren Sarfert & Strecker, parallel zur Leitung geschaltete Drosselspulen, Synchron- oder Asynchronmotoren mit gesättigtem Eisen vor. – In der R. G. E. 1922, S. 757 (Literatur 14), macht Boucherot den Vorschlag, Zusatztransformatoren zu verwenden, deren Stromverbrauch wie eine Vergrösserung der Ableitung und deren Zusatzspannung der Sekundärwicklung wie eine Abnahme des Leitungswiderstandes wirken würde. – Die General Electric Co. hat 1927 einen „Capacitor" zur Kompensierung einer 33 kV Leitung gebaut. Derselbe bildet eine zur Leitungsreaktanz in Serie gestaltete Kapazität, so dass $\frac{1}{2\pi f C} = 2\pi f L$.

[25]) Literatur 7.

Werten der unkompensierten Leitung für dieselbe Belastung. — Die Unterteilung in selbständige Glieder vermeidet auch auf einfache Weise die Gefahr von $1/4$ und $1/2$ Wellenlängen-Leitungen mit ihren unangenehmen Resonanzerscheinungen[26].

Die Unterwerke für Blindstrom sind so voneinander zu distanzieren, dass der max. zulässige Phasenwinkel in jeder Leiterstrecke bei derselben Belastung auftritt. Bei nur einem Zwischenwerke ist dasselbe in den Schwerpunkt, d. h. in der Mitte der gesamten Systemimpedanz zu installieren.

Entsprechend der Aufgabe besteht ein ausgesprochener Unterschied zwischen Synchronkondensatoren, die zur Regulierung des Leistungsfaktors der Last (Phasenschieber) und solchen, die zur Erhöhung der Stabilität verwendet werden. Erstere sollen im Verteilnetz selbst, letztere längs der Leitung untergebracht werden. Als Phasenschieber können Maschinen normaler Konstruktionsausführungen verwendet werden. Stabilisierungskondensatoren müssen jedoch imstande sein, nicht nur Magnetisierungsstrom zu erzeugen, sondern, besonders bei langen Leitungen, auch zu absorbieren und zwar mit einer möglichst momentanen Anpassung an Belastungsänderungen und Störungsverhältnisse. Die Anforderungen an solche Maschinen bedingen geringe Reaktanz, grosse, kurzzeitige Ueberlastbarkeit und rapid arbeitende Erregung. Ausser der Beweglichkeit der Leistungsregulierung ist auch ein grosses Schwungmoment von Vorteil.

Wird für eine Uebertragung nur ein Blindstromwerk projektiert, so ist dasselbe an das Empfangsende zu verlegen. Diese Zusammenfassung erlaubt die Wahl grösserer Maschineneinheiten; dafür werden aber die Verluste im Verteilnetz etwas höher. Gegenüber der Lieferung der gesamten Blindlast von Generatoren her, was oft eine unzulässige Erhöhung der Spannung mit sich bringen würde, ist die erstere Anordnung fast durchwegs in grösseren Anlagen die wirtschaftlichere.

Synchronkondensatoren können nicht durch statische Kondensatoren ersetzt werden, wie auf den ersten Blick erscheinen möchte. Der Grund liegt in ihrem ganz verschiedenen Verhalten bei veränderlicher Spannung. Synchronkondensatoren haben die Eigenschaft, Magnetisierungsstrom in das Netz abzugeben und zwar um so mehr, je mehr ihre Klemmenspannung sinkt und umgekehrt. Sie versuchen somit die Spannung zu halten. Diese Eigenschaft wird bei Verstärkung der Erregung noch erhöht. Statische Kondensatoren verhalten sich in dieser Beziehung anders. Ihr Magnetisierungsstrom, also auch ihre Wirkung nimmt bei fallender Spannung proportional mit letzterer ab! Genau so wirkt auch die Kapazität der Leitung.

G. Die Wahl der Betriebsleistung.

Bei der Bestimmung der Betriebsleistung kann nicht an die maximal-übertragbare, statische Leistung gegangen werden, weil die Kraftübertragung nicht nur unter normalen, sondern mit möglichst wenigen Ausnahmen, auch unter allen vorkommenden abnormalen Zuständen in synchronem Betrieb zu bleiben hat. Als entscheidende Faktoren treten folglich in erster Linie die statische und dynamische Stabilität als fixierte, die Betriebsleistung und die zu erwartenden Belastungsstösse bezw. Störungen als veränderliche Grössen in Beziehung zu einander. Die beiden letztgenannten Faktoren stehen in umgekehrter Proportion einander gegenüber, d. h. je kleiner der mögliche Belastungsstoss, desto grösser wird die zulässige Betriebsleistung. Die Höhe des Stosses ist abhängig vom Charakter der Störung (meist Erdschluss) und ihrer Zeitdauer. Je wirksamer der Fehlereffekt im Ausmass und in der Zeit beschränkt werden kann, um so höher darf die übertragene Leistung sein. Dies hängt also ebenfalls von der Güte des selektiven Schutzsystemes ab.

Entsprechend den jeweiligen örtlichen Bedingungen sind in verschiedenen Kraftnetzen Störungen ganz verschieden häufig. Sie können auch nach der Jahres- und Tageszeit, den Witterungsverhältnissen usw. veränderlich sein. Im allgemeinen ist es wohl grundsätzlich angängig, Kraftübertragungen, an denen Störungen selten

[26]) C. P. Steinmetz: „Transient Electric Phenomena and Oszillations", 3. Aufl. 1920, S. 592 ff.

zu erwarten sind, mit einer höheren Leistung normalerweise zu betreiben, als Anlagen, in denen Erdschlüsse zur Alltäglichkeit gehören. Im selben Zusammenhang steht die Anforderung an die Kontinuität des Betriebes. Wird ein Versorgungsgebiet nur von einer Fernleitung gespiesen, so wird ein Betriebsunterbruch schwerere Folgen haben als dort, wo beim Ausbleiben der Energie der Uebertragung, das Defizit von anderer Seite, z. B. den örtlichen Maschinen, geliefert werden kann.

In konkreten Fällen ist es zweckmässig, folgende Kurven aufzustellen und zu Hilfe zu ziehen:

1. Häufigkeit der Störungsmöglichkeiten in Abhängigkeit der Zeit (Tag, Jahr).
2. Prozentzahl der zu erwartenden Unterbrechungen in Abhängigkeit der Belastung, und daraus
3. die Wahrscheinlichkeit und der voraussichtliche Zeitpunkt einer Unterbrechung in Abhängigkeit vom Leistungsdiagramm.

Je nach dem letzteren Ergebnis sind die notwendigen Aenderungen bzw. Vorkehrungen zu treffen.

Selbst unter der Voraussetzung, dass eine Kraftübertragung vom rein technischen Standpunkt aus bis zu ihrer maximalen Leistungsfähigkeit ausgenützt werden könnte, kann doch im Hinblick auf die Kosten der dazu erforderlichen Synchronkondensatoren-Anlagen nicht so hoch gegangen werden. In der Regel liegen die Grenzen der zulässigen Betriebsleistung, sowohl mit Rücksicht auf die Stabilität wie auf die Wirtschaftlichkeit, nahe beieinander.

Bei Parallelschaltung von Leitungen wird, wie wir gesehen haben, die statische Grenzleistung im Verhältnis der verringerten Impedanz erhöht. Nicht immer ist hiermit eine prozentuale Steigerung der zulässigen Betriebsleistung verbunden. Werden z. B. bei den Unterwerken und zwischengeschalteten Synchronstationen und Zentralen die Uebertragungsleitungen parallel geschaltet, so wird im allgemeinen die dynamische Stabilität ungünstig beeinflusst. Bei Kurzschlüssen in einer der Leitungen in der Nähe der Werke werden die andern Leitungen direkt in Mitleidenschaft gezogen, währenddem bei getrennter Führung sie die Tendenz haben, dem Störungseffekt entgegen zu wirken. Es folgt daraus der Grundsatz, dass jede einzelne Uebertragungsleitung von den Generatoren bis zur Last bezw. zwischen den Hauptzentren eines Systems möglichst als selbständige Einheit zu bauen und zu betreiben ist.

H. Die Strom- und Spannungsverhältnisse längs der Leitung.

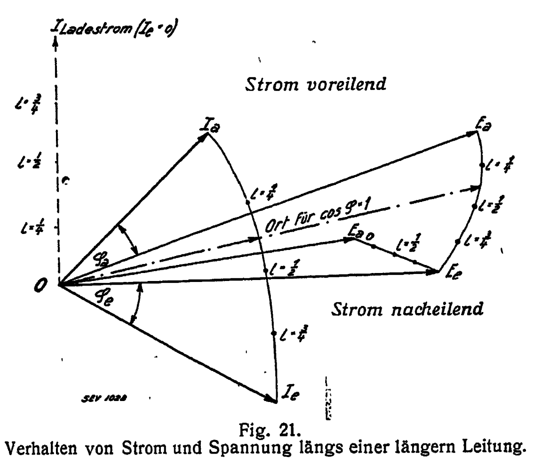


Fig. 21.
Verhalten von Strom und Spannung längs einer längern Leitung.

Die Verhältnisse längs der Leitung bzw. eines Gliedes lassen sich auf dieselbe Weise finden wie für den Endpunkt, indem man statt der ganzen Länge nur die unter Betrachtung stehende Leitungsstrecke in Rechnung setzt. Dazu eignen sich die hyperbolischen Funktionen, die in einfacher Beziehung zur Leiterlänge stehen, besonders gut[27]). Ein ganz vorzügliches Bild ergibt sich aber bei Verwendung des Sinus- und Tangensrelief nach F. Emde[28]). Die Aenderung von Strom, Spannung und Phasenverschiebung lassen sich dabei für jeden Ort der Leitung aus dem Kurvennetz

[27]) A. E. Kennelly: „Tables and Atlas of Complex Hyperbolic and Circular Functions", Harvard University Press 1914.

[28]) Fritz Emde: „Sinusrelief und Tangensrelief in der Elektrotechnik", Sammlung Vieweg 1924, Heft 69. S. a. Literatur 50.

des Reliefs, in welches die Leitungssstrecke bildlich eingezeichnet wird, direkt ablesen.

Das Vektordiagramm, Fig. 21, zeigt die Veränderungen, denen Strom und Spannung längs einer längeren Leitung unterworfen sind. Die Leistungsfähigkeit einer gegebenen Uebertragung nimmt etwa nach einer Hyperbel, mit zunehmender Länge, ab.

Das Ergebnis und die wichtigsten Folgerungen

der vier vorstehenden Kapitel E, F, G und H, lassen sich kurz folgendermassen zusammenfassen:

Die *maximal übertragbare Leistung* einer Kraftübertragung wird begrenzt durch:

1. die Sendespannung;
2. bei statischer Belastung:
   a) die Impedanz der Leitung,
   b) die Zusammensetzung bezw. dem $\cos\varphi$ der Last;
3. bei synchroner Belastung:
   die Notwendigkeit des synchronen Betriebes, d. h. die verfügbare magnetische Energie oder, wenn diese unbegrenzt, durch die statische Stabilitätsgrenze.

PS. Die übertragbare Leistung einer Leitung mit gegebenem Verhältnis von Reaktanz zu Ohmschem Widerstand nimmt angenähert hyperbelförmig mit der Leitungslänge ab.

Die *statische Stabilität* wird bei gegebener Sendespannung begrenzt durch:

1. die verfügbare Blindleistung am Empfangsende;
2. die innere Charakteristik, hauptsächlich der Streureaktanz der Synchronmaschinen;
3. der Charakteristik, hauptsächlich der Reaktanz, der Uebertragungsleitung, einschliesslich Transformatoren und eventueller Kompensierung;
4. die Art und Zusammensetzung der Last.

PS. Sie wird bei Störungen herabgesetzt je nach:
a) dem Rückgang der Spannungen;
b) der Grösse der Pendelungen.

Die *dynamische Stabilität* hängt ab von:

1. der elektrischen Charakteristik der Leitung;
2. der Impedanz der Transformatoren;
3. dem elektrischen und magnetischen Charakter, hauptsächlich der Streureaktanz; dem Kurzschlussverhältnis und der Dämpfung der Generatoren und übrigen Synchronmaschinen;
4. der kinetischen Energie der Turbinen und Generatoren in den Kraftwerken;
5. der kinetischen Energie der Synchronkondensatoren in den Unterwerken;
6. der kinetischen Energie der Synchronmotoren der Belastung;
7. der Beweglichkeit der Spannungsregulierung;
8. der Wirkungsweise der Leistungsregulatoren;
9. der Güte des Schutzsystems (Geschwindigkeit der Relais und Schalterbetätigung);
10. der Systemschaltung;
11. der Grösse der übertragenen Leistung;
12. der Grösse und Dauer der Belastungsänderungen bezw. Störungen.

Mittel zur Haltung und Verbesserung der Stabilität:

1. ein kräftiges Erregerfeld mit möglichst kleiner Aenderung der benötigten Erregung zwischen Leerlauf und maximaler Maschinenleistung;
2. geringe Streureaktanz;
3. rapide Spannungsregulierung zur Anpassung an die Belastungsänderungen, d. h. Kompensierung der Armaturreaktion nach Grösse und Phase, und des Spannungsabfalles der Streureaktanz;

4. rasches und korrektes Arbeiten der Regulatoren;
5. hochwertiges, selektives Schutzsystem zur Abschaltung, Lokalisierung und Reduzierung auftretender Störungen (Schnellschalter, Differentialschutz):
6. Kompensierung der Leitung (Synchronkondensatoren, Zusatztransformatoren, in gewissen Fällen Drosselspulen und statische Kondensatoren).

P. S. Die Anwendung von 1, 2, 3 und 6 erhöht die Anforderungen an die Schalter.

Die *zulässige Betriebsleistung* ist abhängig von:
1. der statischen Stabilitätsgrenze;
2. der dynamischen Stabilität;
3. der Netzschaltung;
4. der Art und Grösse der zu erwartenden Störungen;
5. der Wirtschaftlichkeit;
6. den Anforderungen an die Kontinuität des Betriebes.

P. S. Faktoren 3 und 4 können oft nach Tages- und Jahreszeit veränderlich sein, also auch die zulässige Betriebsleistung. Sie beeinflussen u. a. deshalb bis zu einem gewissen Grad die Betriebsführung.

(Fortsetzung folgt.)

Literatur-Verzeichnis.

1. *R. A. Philip:* „Economic Limitations of Aggregation of Power Systems". Trans. A. I. E. E. Vol. XXX. 1911.
2. *H. B. Dwight:* „The Calculation of Constant Voltage Transmission Lines". Electrical Journal 1914, S. 487.
3. *M. Dolivo-Dobrowolsky:* „Ueber die Grenzen der Kraftübertragung durch Wechselströme". E. T. Z. 1919, No. 1, Diskussion S. 84.
4. *T. R. Rosebrugh:* „The Calculation of Transmission Line Networks". University of Toronto, Bulletin 1919, No. 1.
5. *Wm. Nesbit:* „Electrical Characteristics of Transmission Circuits". Electr. Journal 1919/20/21/22.
6. *C. P. Steinmetz:* „Power Control and Stability of Electrical Generating Stations". Trans. A. I. E. E. 1920, S. 1215.
7. *F. G. Baum:* „Voltage Regulation and Insulation for Large Power, Long Distance Transmission Systems". Trans. A. I. E. E. 1920.
8. *L. Thielemans:* „Calculus, diagrammes et régulation des lignes de transport d'énergie à longue distance." R. G. E. 1920, S. 403, 435, 475, 515; 1921, S. 451, 599, 675, 878, 929.
9. *R. D. Evans & H. K. Sels:* „Circuit Constants and Circle Diagrams for Transmission Systems." Electr. Journal July, Aug., Dez. 1921 und Feb. 1922.
10. *J. Fischer-Hinnen:* „Ueber das Pendeln parallel arbeitender Wechselstromgeneratoren." Schweiz. Bauzeitung 1922, S. 13 und 29.
11. *J. Ossanna:* „Fernübertragungsmöglichkeiten grosser Energiemengen". E. T. Z. 1922, No. 32 und 33.
12. *E. Schönholzer:* „Ueber eine moderne und praktische Berechnungsmethode sehr langer Hochspannungsleitungen mit Potentialregelung durch Synchronmotoren". S. T. Z. 1922, No. 6 bis 9.
13. *P. Boucherot:* „L'aspect physique de la propagation des courants alternatifs sur les longues lignes". R. G. E. 7. Okt. 1922, S. 499.
14. *P. Boucherot:* „La transmission d'énergie sans onde de retour". R. G. E. 18. Nov. 1922, S. 755.
15. *M. W. Smith:* „Waterwheel Generators and Synchronous Condensers for Long Transmission Lines". Trans. A. I. E. E. 1923, S. 1043.
16. *R. Brüderlin:* „Drehfeldmaschinen mit veränderlicher Reaktanz". A. f. E., Bd. XIII. 1924, S. 12.
17. *P. H. Thomas:* „Superpower Transmission". Trans. A. I. E. E. 1924, S. 1.
18. *C. L. Fortescue & C. F. Wagner:* „Some Theoretical Considerations of Power Transmission". Trans. A. I. E. E. 1924, S. 16.
19. *R. D. Evans & H. K. Sels:* „Power Limitations of Transmission Systems". Trans. A. I. E. E. 1924, S. 26.
20. *R. D. Evans & R. C. Berqvall:* „Experimental Analysis of Stability and Power Limitations". Trans. A. I. E. E. 1924, S. 39.
21. *S. B. Shand:* „The Limitations of Output of a Power System involving Long Transmission Lines". Trans. A. I. E. E. 1924, S. 59.
22. *A. Boyajian:* „Theory of Three-Circuit Transformers". Trans. A. I. E. E. 1924, S. 508.
23. *H. H. Spencer & H. L. Hazen:* „Artificial Representation of Power Systems". Trans. A. I. E. E. 1925, S. 72.
24. *V. Bush & R. D. Booth:* „Power System Transients". Trans. A. I. E. E. 1925, S. 80.

25. *C. A. Nickle:* „Oscillographic Solution of Electro-Mechanical Systems". Trans. A.I.E.E. 1925, S. 844.
26. *E. T. Burnham:* „Overvoltage on Transmission Systems due to Dropping of Load". Trans. A.I.E.E. 1925, S. 872.
27. *M. F. Garden:* „Corona Investigation on an Artificial Line". Trans. A.I.E.E. 1925, S. 897.
28. *R. T. C. Wood:* „220 kV Transmission Transients and Flashovers". Trans. A. I. E. E 1925, S. 961.
29. *R. E. Doherty & H. H. Dewey:* „Fundamental Considerations of Power Limits of Transmission Systems". Trans. A. I. E. E. 1925, S. 972.
30. *F. C. Fortescue:* „Transmission Stability". Trans. A. I. E. E. 1925; S. 984.
31. *S. B. Griscom:* „A Mechanical Analogy to the Problem of Transmission Stability". El. Journal May 1926.
32. *Franz Ollendorff:* „Erzwungene Schwingungen in angefachten Systemen". A. f. E. 1926, Bd. XVI, S. 280.
33. *L. Dreyfuss:* „Ueber die Stabilität des Parallelbetriebes bei Zusammenschluss grosser Kraftwerke". A. f. E. 1926, Bd. XVI, S. 307.
34. *A. Mandl:* „Die Selbsterregung von Dreiphasengeneratoren infolge der Kapazität grosser Leitungsnetze". E. & M. 8. Aug. 1926.
35. *H. Thoma:* „Regel- und Schutzeinrichtungen für Kraftwerke mit Fernleitungsbetrieb". E. T. Z. 1926, S. 864.
36. *Wilhelm Peters:* „Parallelbetrieb von Kraftwerken über lange Koppelleitungen". E.T.Z. 1926, S. 917.
37. *C. A. Nickle & F. L. Lawton:* „Investigation of Transmission System Power Limits". Trans. A. I. E. E. 1926, S. 1.
38. *Edith Clarke:* „Calculation of Steady-State Stability in Transmission Lines". Trans. A. I. E. E. 1926, S. 22.
39. *R. Wilkins:* „Practical Aspects of System Stability". Trans. A. I. E. E. 1926, S. 41.
40. *R. D. Evans & F. C. Wagner:* „Studies of Transmission Stability". Trans. A. I. E. E. 1926, S. 51.
41. *H. B. Dwight:* „Transmission Systems with Overcompound Voltage". Trans. A.I.E.E. 1926, S. 95.
42. *V. Karapetoff:* „Variable Armature Leakage Reactance". Trans. A. I. E. E. 1926, S. 729.
43. *F. E. Terman:* „The Circle Diagram of a Transmission Network". Trans. A.I.E.E. 1926, S. 1081.
44. *O. E. Shireley:* „Stability Characteristics of Alternators". Trans. A. I. E. E. 1926, S. 1108.
45. *H. V. Putmann:* „Synchronising Power in Synchronous Machines under Steady and Transient Conditions". Trans. A. I. E. E. 1926, S. 1116.
46. *E. Schönholzer:* „Der leerlaufende Synchronmotor als wirtschaftlicher Spannungsregler von Drehstrom-Fernleitungen". Bull. S. E. V. 1926, S. 105.
47. *R. D. Evans & F. C. Wagner:* „Stability Characteristics of Machines". Electrical World 1927, S. 141.
48. *J. Hak:* „Bemerkung zur Berechnung längerer Wechselstromleitungen". E. T. Z. 1927, No. 15.
49. *A. K. Katelnikoff:* „Diagrammes des tensions et des courants dans les lignes de transmission d'énergie à longue distance". R. G. E. 21. Mai 1927.
50. *Richard Wengler:* „Sinus- und Tangensrelief in der Elektrotechnik". E. T. Z. 1927, No. 22 und 23.
51. *Günther Oberdorfer:* „Zur Kraftübertragung auf langen Hochspannungsleitungen". E. T. Z. 1927, No. 46.
52. *Regnar Holm:* „Die Theorie der Wechselstromkorona an Hochspannungsleitungen". A. f. E. Bd. XVIII. Sept. 1927. Vergl. dazu auch die Vorträge über dieses Thema der „Summer Convention des A. I. E. E.", Juni 1927.
53. *R. E. Doherty & C. A. Nickle:* „Synchronous Machines Torque-Angle Characteristics under Transient Conditions". J. A. I. E. E. 1927, S. 1369.
54. *Breisky, North & King:* „Directional Ground Relay Protection". J. A. I. E. E. 1927, S. 1184.
55. *F. L. Blume:* „Characteristics of Interconnected Power Systems as affected by Transformer Ratio Control". J. A. I. E. E. 1927, S. 1365.
56. *Wood, Hunt & Griscom:* „Transients due to Short Circuits". J. A. I. E. E. 1927, S. 985.
57. *C. F. Wagner & R. D. Evans:* „Static Stability Limits and the Intermediate Condenser Station". J. A. I. E. E. 1927, S. 1423.
58. *C. A. Powel:* „Quick Response Excitation for Alternating Current Synchronous Machines". El. Journal April 1927.
59. *D. M. Jones:* „Super Excitation". G. E. Review Dec. 1927.
60. *O. A. Gustafson:* „Super-Excited Condensers". El. World 1928, S. 349.
61. *R. C. Bergvall & P. H. Robinson:* „Quantitative Mechanical Analysis of Power System Transient Disturbances". J. A. I. E. E. 1928, S. 419.
62. *D. M. Jones:* „Super-Excitation for the Synchronous Condensers for the Conowingo System. J. A. I. E. E. 1928, S. 357.

(Fortsetzung folgt.)

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Messgruppe zur getrennten Erfassung der Wirk-, Blind- und Scheinenergien bei gegenseitigem Energieaustausch zwischen zwei Kraftwerken.

621.374.5

Zur getrennten Erfassung der Wirk-, Blind- und Scheinenergien bei gegenseitigem Energieaustausch zwischen zwei Kraftwerken verwendet man mit Vorteil eine Messgruppe bestehend aus zwei kVAh-Zählern «Trivector»[1]) der Firma Landis & Gyr A.-G. in Zug, deren sin φ-Zähler mit Stopprelais versehen sind, und aus zwei Umschaltrelais (1 Umschaltrelais mit einem einpoligen Umschalter und 1 zweipoliger Polwender, Fig. 1 und 2).

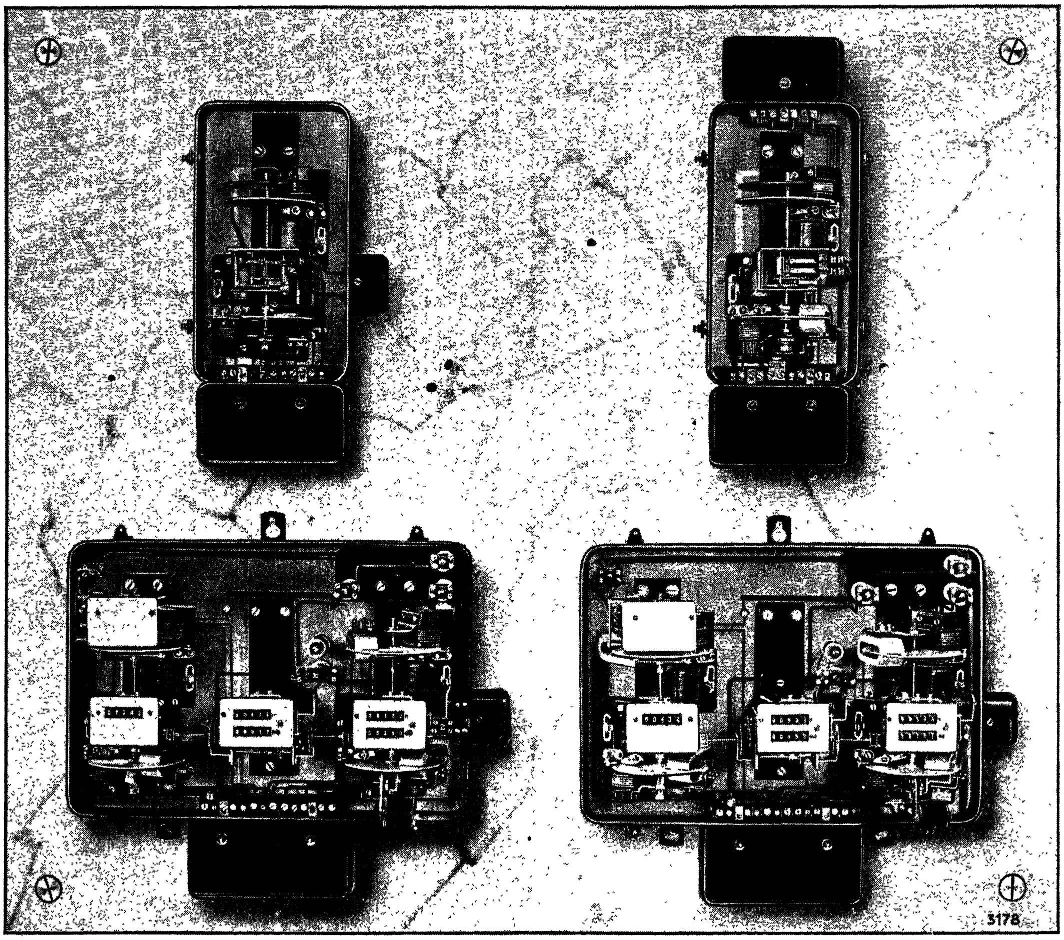


Fig. 1.

Bei jedem der beiden Trivectoren ist sowohl der Scheinverbrauch- wie der Blindverbrauchzähler mit einem Doppeltarifzählwerk ausgestattet. Auf der obern Zahlenreihenrolle des sin φ-Zählers des ersten Trivectors wird beispielsweise die *kapazitive* und auf der untern die *induktive Blindenergie* bei Lieferung von Wirkenergie von Werk A an Werk B, und auf dem Zählwerk des Scheinverbrauchzählers werden die entsprechenden Scheinenergiemengen registriert. Auf den Zahlenreihenrollen des Zählwerkes des sin φ-Zählers des zweiten Trivectors werden die kapazitiven und induktiven Blindenergien bei Lieferung von Wirkenergie vom Netz B an das Netz A erfasst. Sowohl für A wie für B handelt es sich das eine Mal um Energiebezug, das andere Mal um Energielieferung. Die verschiedenen Arten der Energie werden einzeln erfasst, und zwar im ganzen Bereich des Leistungsfaktors von 0—360°, was die Verwendung der Trivectoren sehr vorteilhaft gestaltet.

Die beiden Umschaltrelais, sowie die Wirk- und Blindverbrauchzähler in jedem Trivector sind in Serie geschaltet, während die beiden Trivectoren selbst (d. h. die cos φ-Zähler unter sich und die sin φ-Zähler unter sich) *umgekehrt* in Serie angeschlossen sind (Fig. 2). Diese Schaltung ist notwendig, um die Zähler in allen vier Quadranten des Vektordiagrammes laufen zu lassen.

[1]) S. Bull. S.E.V. 1927, No. 8, S. 501.

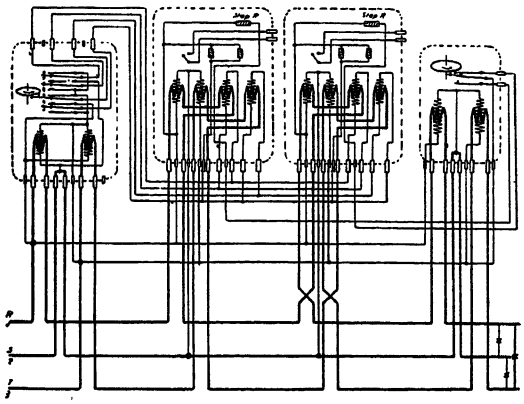


Fig. 2.

Das einpolige Umschaltrelais bewerkstelligt die Umschaltung der Stopprelais der Blindverbrauchzähler beim Uebergang des Stromvektors aus dem ersten in den zweiten Quadranten (bei 90°) und aus dem dritten in den vierten Quadranten (bei 270°); das dreipolige Umschaltrelais bewirkt einerseits die Umpolung der sin φ-Zähler beim Uebergang aus dem zweiten in den dritten Quadranten (bei 180°) und aus dem vierten in den ersten Quadranten (bei 360°) und erregt anderseits die Relais der Doppeltarifzählerwerke, womit die Umschaltung der Registriervorrichtung von der einen auf die andere Zahlenreihenrolle erzielt wird. Gleichzeitig sind die vier Wirk- und Blindverbrauchzähler mit Rücklaufhemmungen und die sin φ-Zähler ausserdem mit Stopprelais ausgerüstet, um sie daran zu verhindern, in denjenigen Quadranten zu laufen, in denen sie nicht registrieren sollen.

W. Janički.

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

150 kV-Leitung Ragaz - Grynau der A.-G. Bündner Kraftwerke.

621.319.22

Aus Pressemeldungen war kürzlich zu ersehen, dass in der Expropriationsangelegenheit für die von der A.-G. Bündner Kraftwerke (B. K.) projektierte *150 kV-Drehstromleitung Ragaz - Grynau* eine Einigung mit den von der Durchleitung betroffenen Gemeinden und Expropriaten der Kantone St. Gallen und Glarus zustande gekommen ist.

Der damit zu Ende gegangene Expropriationsstreit reicht zurück ins Jahr 1926.

Die Bündner Kraftwerke verfügten bisher nicht über eine eigene Transitleitung für den Abtransport der in ihren Werken produzierten Energie ins Verbrauchsgebiet der unteren Schweiz. Sie benützten dazu einen ihnen mietweise überlassenen Strang 3×100 mm² Kupferquerschnitt einer der vier Albulaleitungen des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich[1]). Diese Lösung der Transitfrage konnte indessen von allem Anfang an nur als ein Notbehelf angesehen werden, weil dieser eine zur Verfügung stehende Leitungsstrang zur Uebertragung der in den B.K.-Werken verfügbaren Leistungen und Energiemengen nicht ausreichte, so dass den B. K. daraus eine starke Beeinträchtigung in bezug auf eine rationelle Ausnützung der verfügbaren Leistungen erwuchs. Die Schaffung einer eigenen ausreichenden Transportmöglichkeit wurde mit dem Ausbau des Schlappin-Werkes, sowie im Hinblick auf den beschlossenen Weiterausbau des Kraftwerkes Klosters immer dringender.

Das von der A.-G. Bündner Kraftwerke im Jahre 1926 eingereichte Expropriationsbegehren löste alsdann, ähnlich wie dasjenige für die 64 kV-Einphasenleitung Küblis - Sargans und andere in jüngster Zeit entstandene Uebertragungsleitungen, eine zeitweise recht lebhafte Opposition gegen das Projekt der B. K. aus.

1) S. Bull. S. E. V. 1927, No. 4, S. 196.

Nicht nur wehrten sich Expropriaten und Gemeinden gegen die vorgeschlagene Tracéführung, sondern man bestritt den B. K. überhaupt die Notwendigkeit und das Recht zur Erstellung einer eigenen Leitung.

Zur Wahrung ihrer Interessen bestellten Expropriaten und Gemeinden eine Kommission, die sog. «B.K.-Kommission», deren Tätigkeit, unter Aufrechterhaltung des grundsätzlich ablehnenden Standpunktes der Notwendigkeit zur Erstellung der Leitung, in erster Linie darauf gerichtet war, im Benehmen mit der eidgenössischen Kommission für elektrische Anlagen, dem Starkstrominspektorat und den B. K. selbst die Tracéfrage zu lösen. Und es war in der Tat keine leichte und auch keine dankbare Aufgabe, alle sich widerstreitenden Interessen der Expropriaten unter einen Hut zu bringen. Dank eines weitgehenden Entgegenkommens der B. K. dem Hauptbegehren der Kommission gegenüber, die Leitung soviel als möglich aus der Talebene an den Berghang hinaufzurücken, ist es schliesslich doch gelungen, eine von beiden Teilen als annehmbar zu bezeichnende Tracéführung festzulegen.

In den langwierigen gemeinsamen Verhandlungen, unter der vorzüglichen Führung des Referenten der eidgenössischen Kommission für elektrische Anlagen, Herrn Prof. Dr. Blattner in Burgdorf, musste schliesslich auch die B. K.-Kommission die Bedürfnisfrage bejahen und ihre grundsätzliche Opposition gegen die Erstellung der Leitung fallen lassen. Die ganze Aktion fand ihren Abschluss damit, dass in einer Versammlung vom 3. Juli 1929 in Weesen die Vertretungen aller beteiligten Gemeinden und die B. K.-Kommission namens der Expropriaten dem definitiv ausgearbeiteten Leitungsbauprojekt ihre Zustimmung erteilten.

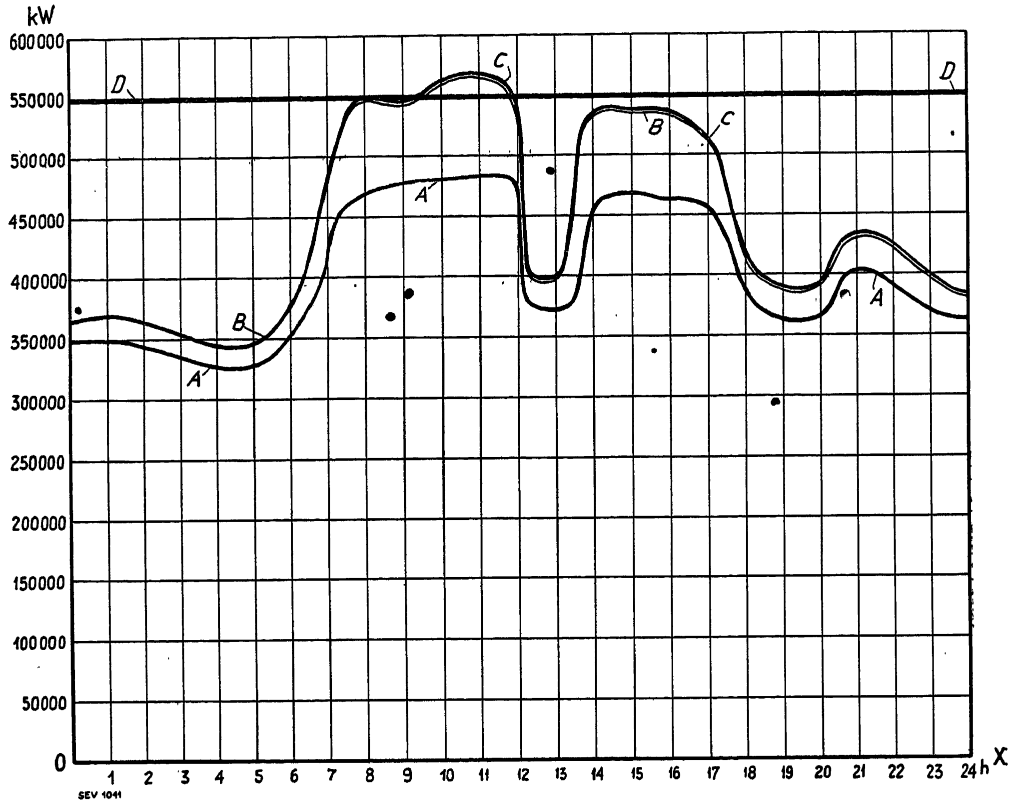
Die Beilegung dieses Konfliktes darf, im Hinblick auf die bei jedem grösseren Leitungsbau in die Erscheinung tretenden Erschwer-

(Fortsetzung siehe Seite 512)

Statistik des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke über die Energieproduktion
Statistique de l'Union de Centrales Suisses concernant la production d'énergie.

[Umfassend die Elektrizitätswerke, welche in eigenen Erzeugungsanlagen über mehr als 1000 kW verfügen, d. h. ca. 97 % der Gesamtproduktion[1])].
Comprenant toutes les entreprises de distribution d'énergie disposant dans leurs usines génératrices de plus de 1000 kW, c. à d. env. 97 % de la production totale[2])].

Verlauf der wirklichen Gesamtbelastungen am 12. Juni 1929.
Diagramme journalier de la production totale le 12 juin 1929.



Leistung der Flusskraftwerke . . . . = $OX \div A$ = Puissance utilisée dans les usines au fil de l'eau.
Leistung der Saisonspeicherwerke . . . . = $A \div B$ = Puissance utilisée dans les usines à réservoir saisonnier.
Leistung der kalorischen Anlagen und Energieeinfuhr . = $B \div C$ = Puissance produite par les installations thermiques et importée.
Verfügbare Leistung der Flusskraftwerke (Tagesmittel) = $OX \div D$ = Puissance disponible (moyenne journalière) des usines au fil de l'eau.

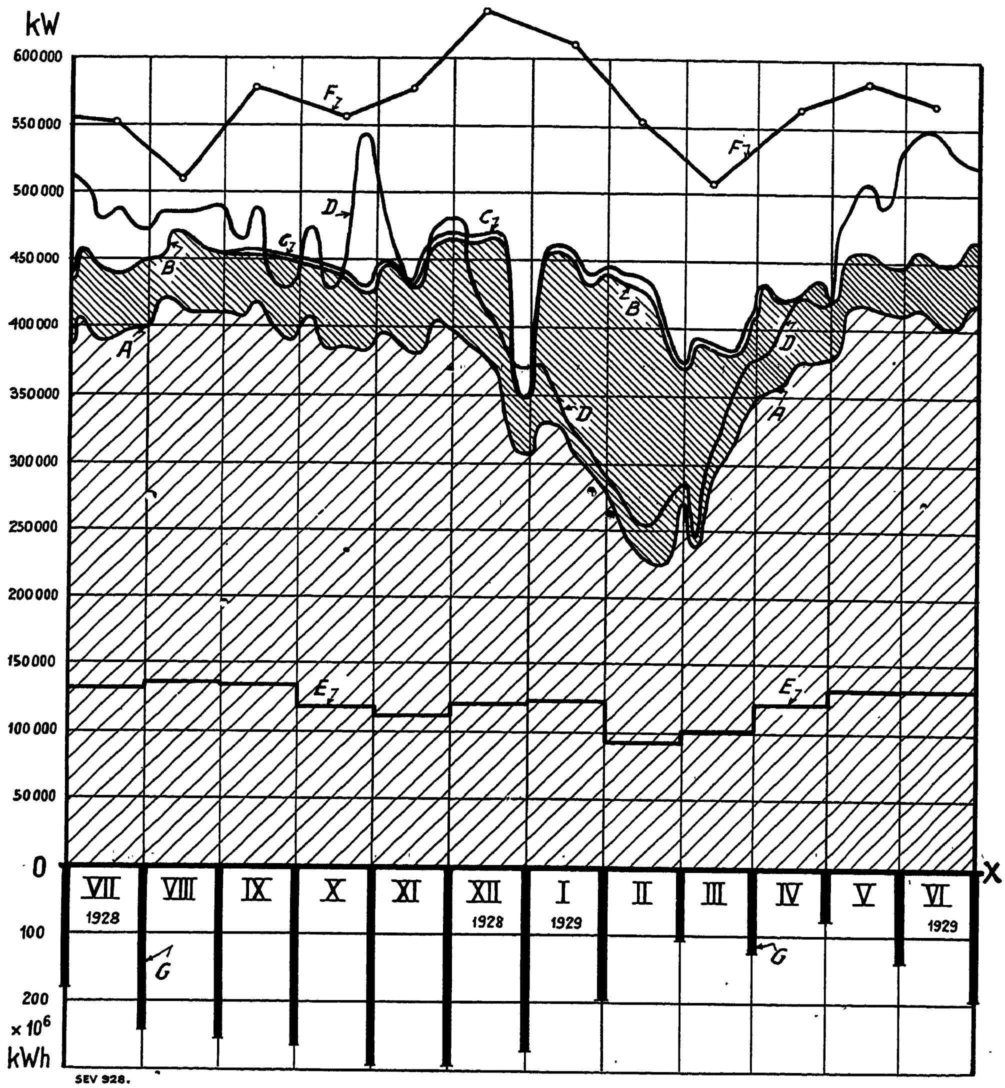
Im Monat Juni 1929 wurden erzeugt:		*En juin 1929 on a produit:*
In Flusskraftwerken	$269,1 \times 10^6$ kWh	dans les usines au fil de l'eau,
In Saisonspeicherwerken	$26,0 \times 10^6$ kWh	dans les usines à réservoir saisonnier,
In kalorischen Anlagen im Inland	$- \times 10^6$ kWh	dans les installations thermiques suisses,
In ausländischen Anlagen (Wiedereinfuhr)	$0,5 \times 10^6$ kWh	dans des installations de l'étranger (réimportation)
Total	$295,6 \times 10^6$ kWh	au total.

Die erzeugte Energie wurde angenähert wie folgt verwendet:			*L'énergie produite a été utilisée approximativement comme suit:*
Allgem. Zwecke (Licht, Kraft, Wärme im Haushalt, Gewerbe und Industrie).	ca.	$127,1 \times 10^6$ kWh	pour usage général (éclairage, force et applications thermiques dans les ménages, les métiers et les industries),
Bahnbetriebe	ca.	$19,3 \times 10^6$ kWh	pour les services de traction,
Chemische, metallurg. und therm. Spezialbetriebe	ca.	$54,3 \times 10^6$ kWh	pour chimie, métallurgie et électrothermie,
Ausfuhr	ca.	$94,9 \times 10^6$ kWh	pour l'exportation,
Total	ca.	$295,6 \times 10^6$ kWh	au total.

Davon sind in der Schweiz zu Abfallpreisen abgegeben worden: $26,3 \times 10^6$ kWh ont été cédées à des prix de rebut en Suisse.

1) Nicht inbegriffen sind die Kraftwerke der Schweiz. Bundesbahnen und der industriellen Unternehmungen, welche die Energie nur für den Eigenbedarf erzeugen.
2) Ne sont pas comprises les usines des Chemins de Fer Fédéraux et des industriels produisant l'énergie pour leur propre compte.

Verlauf der zur Verfügung gestandenen und der beanspruchten Gesamtleistungen.
Diagramme représentant le total des puissances disponibles et des puissances utilisées.



Die Kurven *A, B, C* und *D* stellen die Tagesmittel aller Mittwoche, die Kurve *E* Monatsmittel dar.

Die Wochenerzeugung erreicht den 6,40 bis 6,43fachen Wert der Mittwocherzeugung. Das Mittel dieser Verhältniszahl ergibt sich zu 6,42.

Les lignes *A, B, C, D* représentent les moyennes journalières de tous les mercredis, la ligne *E* la moyenne mensuelle.

La production hebdomadaire est de 6,40 à 6,43 fois plus grande que celle des mercredis. La valeur moyenne de ce coefficient est de 6,42.

In Flusskraftwerken ausgenützte Leistung	=	$OX \div A$ =	Puissance utilisée dans les usines au fil de l'eau.
In Saisonspeicherwerken erzeugte Leistung	=	$A \div B$ =	Puissance produite dans les usines à réservoir saisonnier.
Kalorisch erzeugte Leistung und Einfuhr aus ausländischen Kraftwerken	=	$B \div C$ =	Puissance importée ou produite par les usines thermiques suisses.
Auf Grund des Wasserzuflusses in den Flusskraftwerken verfügbar gewesene Leistung	=	$OX \div D$ =	Puissance disponible dans les usines au fil de l'eau.
Durch den Export absorbierte Leistung	=	$OX \div E$ =	Puissance utilisée pour l'exportation.
An den der Mitte des Monates zunächst gelegenen Mittwochen aufgetretene Höchstleistungen	=	$OX \div F$ =	Puissances maximums les mercredis les plus proches du 15 de chaque mois.
Anzahl der am Ende jeden Monats in den Saisonspeicherbecken vorrätig gewesenen Kilowattstunden	=	$OX \div G$ =	Quantités d'énergie disponibles dans les réservoirs saisonniers à la fin de chaque mois.

nisse als eine glückliche Lösung betrachtet werden. Dies nicht zuletzt auch deswegen, weil im Verlaufe der Verhandlungen sich alle beteiligten Werke zu einer gemeinsamen, durchgreifenden Sanierung der als unhaltbar erkannten Leitungsbauverhältnisse im Raume Weesen-Ziegelbrücke zusammengefunden und damit für diesen einen Fall ein allgemeines Postulat der Oeffentlichkeit — Verständigung und Zusammenarbeit der Werke unter sich — erfüllt haben.

Beim Eidgenössischen Departement des Innern nachgesuchte Stromausfuhrbewilligung[1]).

Die Stadt Genf ist im Besitze der bis 31. Dezember 1930 gültigen Bewilligung No. 95, vom 17. Januar 1927, zur Ausfuhr elektrischer Energie an die Etablissements Bertolus, Paris, zwecks Verwendung in den Werken der Etablissements Bertolus und der Société des Produits azotés in Bellegarde (Frankreich). Die Ausfuhr darf laut Bewilligung No. 95 mit einer Leistung von maximum 2000 kW normalerweise während der Sommermonate (April bis September) stattfinden und bei günstigen Wasserverhältnissen auf die Monate März und Oktober ausgedehnt werden.

Die Stadt Genf stellt das Gesuch um Erneuerung und Erweiterung der Bewilligung No. 95. Sie beabsichtigt, die Ausfuhrleistung in den Sommermonaten (April bis Oktober), vom 1. April 1930 an, von 2000 auf max. 7000 kW zu erhöhen und die Energieausfuhr bei günstigen Wasserverhältnissen mit dieser Leistung auf den Monat November auszudehnen. Ferner beabsichtigt sie, vom 1. November 1929 an, während drei Wintermonaten, in der Periode vom November bis März ausserhalb der Stunden stärkster Belastung, max. 400 kW auszuführen.

Die auszuführende Energie stammt aus den Disponibilitäten, die der Stadt Genf grösstenteils aus ihrem Energiebezug von der S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse in Lausanne und kleinernteils aus ihrem Werk Chèvres zur Verfügung stehen.

Die Bewilligung wird für eine Dauer bis 31. Dezember 1935 nachgesucht.

Gemäss Art. 6 der Verordnung über die Ausfuhr elektrischer Energie, vom 4. September 1924, wird dieses Begehren hiermit veröffentlicht. Einsprachen und andere Vernehmlassungen irgendwelcher Art sind bei der unterzeichneten Amtsstelle bis spätestens den 17. August 1929 einzureichen. Ebenso ist ein allfälliger Strombedarf im Inlande bis zu diesem Zeitpunkte anzumelden. Nach diesem Zeitpunkte eingegangene Einsprachen und Vernehmlassungen sowie Strombedarfsanmeldungen können keine Berücksichtigung mehr finden.

[1]) Bundesblatt No. 29, S. 18.

Vom Eidgenössischen Departement des Innern erteilte Stromausfuhrbewilligung[1]).

Dem Aargauischen Elektrizitätswerk in Aarau wurde unterm 19. Juli 1929 die vorübergehende Bewilligung (V 28) erteilt, max. 600 kW elektrischer Energie zum Zwecke der Verwendung auf der badischen Baustelle des Kraftwerkes Ryburg-Schwörstadt am Rhein an die Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt A.-G. auszuführen. Die vorübergehende Bewilligung V 28 ersetzt die am 31. Mai 1929 abgelaufene, auf dieselbe Quote lautende vorübergehende Bewilligung V 17 und ist gültig bis zum 31. Mai 1931.

[1]) Bundesblatt No. 30, S. 28.

Mitteilungen der Technischen Prüfanstalten. — Communications des Institutions de Contrôle.

Messungen an Mittel- und Hochspannungskabeln.

621.319.34(0068)

Hochspannungskabel bis zu Betriebsspannungen von 60 kV gewinnen auch in der Schweiz immer mehr an Bedeutung. Im Ausland machte sich in erster Linie in Großstädten das Bedürfnis nach der Herstellung solcher Kabel geltend. Einerseits gebot die grosse Ausdehnung des mit elektrischer Energie zu versorgenden Wohngebietes und die dabei zu übertragenden beträchtlichen Leistungen mit Rücksicht auf Wirtschaftlichkeit die Anwendung so hoher Spannungen, anderseits konnten Freileitungen insbesondere für diese Spannungen in Stadtgebieten nicht in Betracht kommen. Aber auch in unserem Lande hätten in den letzten Jahren viele Probleme der Kraftübertragung und Verteilung ohne die Anwendung von Hochspannungskabeln technisch entweder gar nicht oder nur ganz unbefriedigend, wirtschaftlich unrationell gelöst werden können. Wir denken hier an die Fortleitung der in entlegenen Kraftwerken im Gebirge erzeugten elektrischen Energie durch lawinengefährliche und deshalb für Reparaturzwecke an Freileitungen im Winter unzugängliche Täler, wo durch eine in einem Stollen verlegte Kabelleitung, welche, gegen alle Witterungseinflüsse geschützt, jederzeit revidiert werden kann, die Aufgabe gelöst wird[1]). Die Verlegung von Kabeln in vorhandene Eisenbahntunnels oder auf den Grund von Seen ist in vielen Fällen billiger als die Traversierung eines Gebirgspasses oder die Umfahrung eines Sees mit einer Freileitung[2]). Bei der Versorgung einer grösseren Stadt aus einem weit entfernten Wasserkraftwerk müssten oft auf bedeutende Strecken an der Peripherie liegende Siedelungen mit Hochspannungsleitungen durchkreuzt werden, um zu den gegen das

[1]) S. Bull. S. E. V. 1928, No. 8, S. 259.
[2]) S. Bull. S. E. V. 1928, No. 23, S. 756.

Stadtinnere gelegenen Unterstationen zu gelangen, was natürlich für die Bebauung ausserordentlich hinderlich wäre; auch in diesen Fällen kann nur das Hochspannungskabel wirksame Abhilfe schaffen[3]).

Angespornt durch die aus dem Gesagten resultierende Nachfrage nach Kabeln für immer höhere Betriebsspannungen machten sich die Kabelfabriken daran, die an sie gestellten Aufgaben durch intensive Forschungsarbeit in physikalischer und chemischer Richtung nach streng wissenschaftlichen Grundsätzen, dem einzigen Wege, der hier zum Ziele führen konnte, zu lösen. Der Erfolg blieb nicht aus und so hat denn die Kabeltechnik in den letzten zehn Jahren ganz bedeutende Fortschritte zu verzeichnen.

Bei der Untersuchung des Einflusses verschiedener Faktoren auf die Güte eines Kabels, sowie überhaupt zur Beurteilung seines Zustandes, geben nun seine dielektrischen Verluste wertvolle Aufschlüsse. Weniger deren absolute Grösse als der Verlauf derselben in Abhängigkeit von der angelegten Spannung ermöglichen einen Einblick in die Vorgänge, welche sich in der Kabelisolation abspielen.
Sind:

U die zwischen Leiter und Bleimantel angelegte Spannung,
I_0 der Ladestrom des Kabels,
$\cos \varphi_0$ der Leistungsfaktor im Leerlauf,
δ der Komplementwinkel zu φ_0,
ω die Kreisfrequenz $= 2\,\pi \times$ Frequenz,
C die Kabelkapazität,

so sind die dielektrischen Verluste

$$P = U I_0 \cos \varphi_0 = U I_0 \sin (90 - \varphi_0) = U I_0 \sin \delta$$

oder, da δ sehr klein ist,

$$P = U\,I_0 \operatorname{tg} \delta.$$

δ nennt man den Verlustwinkel, $\operatorname{tg} \delta$ den Verlustfaktor, dessen Wert mit der Messbrücke direkt bestimmt wird und welcher für gute Kabel in der Grössenordnung von 0,01 liegt.

Der Ladestrom setzt sich aus zwei Komponenten zusammen, nämlich aus dem wattlosen Verschiebungsstrom und dem Verluststrom. Die Verluste im Dielektrikum beruhen bei Wechselstrom einerseits auf Ableitung, anderseits auf der sogen. elektrischen Absorption (in der Literatur auch elektrische Hysteresis genannt). Wie die Messung des Ableitungsstromes bei Gleichspannung zeigt, ist jedoch der Anteil der Ableitungsverluste an den gesamten dielektrischen Verlusten klein. Von Luft freie Isoliermaterialien weisen nun in weiten Grenzen einen von der Spannung unabhängigen Verlustfaktor auf; Verschiebungs- und Verluststrom wachsen proportional mit der Spannung, die Verluste somit proportional dem Quadrate der Spannung

$$P = U^2\,\omega\,C \operatorname{tg} \delta.$$

Tritt nun der Fall auf, dass mit steigender Spannung von einem gewissen Punkt weg der Verlustfaktor plötzlich stark zunimmt, die normalerweise praktisch horizontale Verlustfaktorkurve also einen Knick (Ionisationsknick) erleidet, so kann mit Sicherheit angenommen werden, dass der zu untersuchende Isolierstoff mit Luft oder Gas gefüllte Hohlräume enthält, welche nach Erreichen eines bestimmten Spannungsgradienten zu glimmen beginnen. Da ein andauerndes Glimmen die meisten Isoliermaterialien, so auch das Papier, angreift und schliesslich zum elektrischen Durchschlag des Dielektrikums führt, erscheint es für die Betriebssicherheit des Kabels vor allem notwendig, dass der sogenannte Knick oberhalb der höchstvorkommenden Betriebsspannung liegt.

Wird die absolute Höhe der dielektrischen Verluste von Kabeln insbesondere durch die Qualität des zur Verwendung gelangenden Imprägnierungsmittels und Papiers bedingt, so wird die Lage des Ionisationsknickes hauptsächlich durch die Art der Fabrikation (Bewicklung und Imprägnierung) beeinflusst. Durch sorgfältige Fabrikation und Auswahl zweckmässiger Materialien ist es gelungen, Hochspannungskabel herzustellen, welche in fabrikneuem Zustande eine fast horizontale Verlustfaktorkurve bis weit über die Nennspannung hinaus aufweisen. Dies ist aber noch kein einwandfreies Kriterium für das Verhalten eines Kabels unter Betriebsverhältnissen, denn es ist durch Messungen an verlegten Kabeln festgestellt worden, dass diese durch den Betrieb, bisweilen auch schon durch zu wenig sorgfältige Verlegung, erheblich leiden können. Es ist möglich, dass der Ionisationsknick der Verlustfaktorkurve, welcher im neuen Zustand noch oberhalb der Nennspannung lag, sich nach relativ kurzer Betriebsdauer so weit nach unten verschoben hat, dass schon bei normaler Betriebsspannung Glimmen im Isoliermittel auftritt. Die eben besprochene Veränderung ist auf die betriebsmässige abwechselnde Erwärmung und Abkühlung des Kabels zurückzuführen. Man nimmt an, dass die ursprünglich gleichmässig über den Kabelquerschnitt verteilte Tränkmasse infolge der Temperaturschwankungen gegen die Peripherie verdrängt wird, unter Bildung von Hohlräumen in der Kabelmitte. Ferner konnte durch Nachkontrolle der Abmessungen des Bleimantels nachgewiesen werden, dass letzterer als Folge seiner geringen Elastizität im Betrieb dauernde Dehnungen erleidet, wodurch er sich von den äussersten Papierlagen abhebt und dadurch ebenfalls der Ionisation unterworfene Hohlräume schafft. Auf diese teilweise recht verwickelten Vorgänge im Detail einzutreten, ist hier nicht der Ort; es soll jedoch nicht unerwähnt bleiben, dass auch schon Massnahmen getroffen worden sind, um diesen unerwünschten Erscheinungen wenigstens teilweise zu begegnen.

Dem oben erwähnten Gedankengang betreffend die Charakteristik der Verlustkurve folgend, müsste man annehmen, dass die Betriebssicherheit und Lebensdauer eines Kabels um so günstiger wäre, je höher der Ionisationsknick über der Betriebsspannung liegt. Dieser Ueberlegung entgegen steht die Erfahrung, dass sich eine Reihe älterer Kabel, und zwar vorzüglich Dreileiterkabel, deren Ionisationsknick schon unterhalb der normalen Betriebsspannung liegt, in

[3]) S. Bull. S. E. V. 1927, No. 9, S. 551.

jahrzehntelangem Betriebe bestens bewährt haben. Solche Betriebserfahrungen dürften die theoretischen Ueberlegungen bezüglich der Verluste nicht vollständig umstürzen, wohl aber beweisen, dass die dielektrischen Verluste für die Betriebssicherheit und Lebensdauer eines Kabels nicht allein massgebend sind. Es wird weiterer eingehender Forschungsarbeiten und Betriebsversuche bedürfen, um den in den erwähnten Fällen konstatierten Gegensatz zwischen Theorie und praktischer Erfahrung abzuklären und später zu Prüfmethoden zu gelangen, welche über die Betriebssicherheit und Lebensdauer eines Kabels eindeutigen Aufschluss geben.

Die Kenntnis der dielektrischen Verluste verschaft wohl einen wertvollen Einblick in den allgemeinen Zustand eines Kabels. Zur Aufdeckung lokaler schwacher Stellen hingegen, wie Isolationsdefekte, Kriechwege usw., welch letztere insbesondere in Muffen und Endverschlüssen anzutreffen sind, ist eine Prüfung mit hochgespanntem Gleichstrom wohl das geeignetste Mittel. Hierbei wird die Grösse des Verluststromes, der bei Gleichspannung nur ein reiner Ableitungsstrom ist, während der ganzen Prüfzeit ân einem Milliampèremeter beobachtet. Die Ausbildung von Kriechströmen ist bei Gleichstrom viel intensiver als bei Wechselstrom, weil beim ersteren fortlaufend Ladungen gleicher Polarität über die Oberfläche der Isolation vorgeschoben werden können, während bei Wechselstrom in zwei aufeinanderfolgenden Halbperioden immer wieder eine teilweise Neutralisierung der Oberflächenladungen stattfindet. Allfällige Kriechströme, welche bei Gleichstrommessungen in der Grössenordnung des ganzen Ableitungsstromes liegen können, kommen in Schwankungen des Ausschlages des verwendeten Milliampèremeters deutlich zum Ausdruck. Bei einer Wechselstrom-Spannungsprüfung würde dieser Ableitungsstrom nur einen sehr kleinen Bruchteil des gesamten Ladestromes ausmachen und folglich auch an einem sehr empfindlichen Instrument nicht erkennbar sein. Die Gleichstromspannungsprüfung hat ausserdem den Vorteil, nur etwa 1 % der bei Wechselstrom benötigten Scheinleistung zu beanspruchen, was für die Bemessung des Speisetransformators insbesondere bei Messungen am Verlegungsort des Kabels von Wichtigkeit ist.

In Erkenntnis der Bedeutung dielektrischer Verlustmessungen an neuen, sowie an verlegten Kabeln, haben sich die Technischen Prüfanstalten des S. E. V. schon vor längerer Zeit mit der erforderlichen Messapparatur ausgerüstet. Diese besteht in der sogenannten Schering-Brücke, welche sich sowohl im Laboratorium wie auch am Verlegungsort der Kabel in bequemer Weise verwenden lässt. In dieser Wechselstrom-Messbrücke übernimmt ein Vibrationsgalvanometer die Rolle des Nullinstrumentes; als verlustlose Vergleichskapazität dient ein transportabler Pressgaskondensator, welcher gestattet, die dielektrischen Verluste bis zu Spannungen von 150 kV zwischen Leiter und Bleimantel zu messen. Für niedrigere Spannungen, bis zu ca. 3000 V hinunter, werden als Vergleichskapazitäten zweckmässigerweise Glaskondensatoren, sogenannte Minosflaschen, verwendet, deren sehr kleiner Verlustfaktor bekannt ist und bei der Auswertung der Messergebnisse als Korrektur berücksichtigt werden kann.

Die Messapparatur der Technischen Prüfanstalten eignet sich für Ladeströme von einigen mA bis zu 20 A. Sie ist derart zusammengestellt, dass sie auch bei Messungen an verlegten Kabeln verwendet werden kann. Es ist dies von besonderer Bedeutung für diejenigen Fälle, wo der Verlustfaktor des verlegten Kabels mit demjenigen des in der Fabrik speditionsbereiten Kabels verglichen werden soll, um ein Bild darüber zu gewinnen, ob das Kabel bei der Verlegung Schaden genommen hat. Ferner ergeben periodisch wiederholte Verlustmessungen Aufschluss darüber, wie sich ein Kabel unter dem Einfluss des Betriebes verändert. Die Schering-Messbrücke kann mit Vorteil auch dann zu Hilfe gezogen werden, wenn die Frage untersucht werden soll, ob bei einem ältern, mit einer bestimmten Spannung betriebenen Kabel eine Erhöhung der Betriebsspannung zwecks Steigerung der zu übertragenden Leistung ohne Gefahr für das Kabel zulässig ist.

Das Resultat der dielektrischen Verlustmessungen gibt für die Entscheidung dieser Frage wertvolle Anhaltspunkte, kann sie aber nicht endgültig beantworten, weil, wie oben angeführt, der effektive Zusammenhang zwischen dem Verlauf der dielektrischen Verluste und der Betriebsfähigkeit und Lebensdauer der Kabel zurzeit durch die Praxis noch nicht vollständig abgeklärt ist.

Die Messeinrichtungen der Technischen Prüfanstalten gestatten auch die Durchführung der oben erwähnten Gleichstrom - Hochspannungsprüfungen, und zwar vorläufig bis zu einer Spannung von 70 kV.

In einer Reihe von Fällen war unserm Institut Gelegenheit zur Durchführung derartiger Kabelprüfungen geboten, so dass dasselbe über die nötige Erfahrung in der Handhabung der nicht ganz einfachen und allerlei Störungseinflüssen ausgesetzten Messapparatur bereits verfügt.

Hü.

Miscellanea.

Die zweite Weltkraftkonferenz 1930

findet in der Zeit vom 16. bis 25. Juni in Berlin statt. Die erste Plenartagung der Weltkraftkonferenz fand im Juni 1924 in London statt. Seither haben 1926 in Basel, 1928 in London und 1929 in Barcelona Sondertagungen zur Behandlung spezieller Teilgebiete des Programmes stattgefunden. Eine weitere solche wird im Herbst dieses Jahres in Tokio abgehalten.

Anlässlich der zweiten Weltkraftkonferenz, die, wie die erste, in London eine Plenartagung

sein wird, sollen alle Fragen, die Energievorräte, ihre Gewinnung, Verteilung bzw. Fortleitung und Nutzbarmachung betreffend, zur Sprache kommen. Die Behandlung erfolgt in folgenden 12 Sektionen:

A. Feste Brennstoffe.
B. Flüssige Brennstoffe.
C. Gasförmige Brennstoffe.
D. Dampfkraft.
E. Verbrennungskraft.
F. Wasserkraft.
G. Mechanische Energieleitung.
H. Elektrizität.
I. Energiewirtschaft und Recht.
K. Normung.
L. Ausbildung.
M. Statistik.

Das deutsche Nationalkomitee der Weltkraftkonferenz, unter dessen Leitung die Drucklegung der der Konferenz vorzulegenden Berichte erfolgt, hat die nachstehend wiedergegebenen Richtlinien für diese Berichterstattung veröffentlicht:

Richtlinien:

1. Die Berichte für die Weltkraftkonferenz werden nicht vorgetragen, sondern den Teilnehmern einige Zeit vor Kongressbeginn gedruckt zugänglich gemacht. Das Komitee für die Zweite Weltkraftkonferenz bestellt Generalberichterstatter für jede Abteilung des Programms. Diese Generalberichterstatter fassen das Wesentliche aus den Berichten zusammen und stellen diejenigen Punkte, die ihnen geeignet erscheinen, zur Aussprache.

2. Die Berichte für die Zweite Weltkraftkonferenz können nur durch Vermittlung der Nationalen Komitees oder der nationalen Vertreter eingereicht werden. Aus Ländern, wo dies nicht möglich ist, können nach besonderer Vereinbarung mit dem Internationalen Hauptausschuss in London Berichte von Einzelpersonen entgegengenommen werden.

3. Die Berichte sollen nicht mehr als 7500 Wörter umfassen. Sie sollen in Deutsch, Englisch oder Französisch abgefasst sein und am Schluss eine Zusammenfassung von nicht mehr als 500 Wörtern in einer der beiden anderen Sprachen enthalten. Der streng wissenschaftliche, objektive Charakter der Berichte muss unter allen Umständen gewahrt werden; auch dürfen sie nirgendwo anders zuvor veröffentlicht werden.

4. Um eine übersichtliche Inhaltsangabe herstellen zu können, wird empfohlen, dass die Verfasser ein gesondertes Inhaltsverzeichnis beilegen. Dieses Inhaltsverzeichnis soll nicht nur die Hauptgegenstände des Berichtes, sondern auch alle wichtigen Punkte des Berichtes erwähnen, die sich zur Aussprache eignen. Ausser dem Inhaltsverzeichnis wollen die Verfasser ihrem Bericht ein Verzeichnis der Stichworte beifügen, unter denen sie wünschen, dass im Generalindex der Berichterstattung auf ihre Arbeit hingewiesen wird.

5. Die Berichte sollen mit Ausnahme der mathematischen Zeichen und Formeln, die besser mit der Hand geschrieben werden können, in Maschinenschrift abgefasst sein, und zwar einseitig mit doppeltem Zeilenabstand geschrieben. Zwei Durchschläge von jedem Bericht müssen bis zum 1. November 1929 beim Bureau der Zweiten Weltkraftkonferenz eingehen.

6. Hinweise und Fussnoten, die zum Druck im Text des Berichtes bestimmt sind, müssen in den mit der Maschine geschriebenen Exemplaren auf der gleichen Seite stehen, auf die sie Bezug haben.

7. Photographien und Zeichnungen dürfen im Druck höchstens 100 × 180 mm gross sein. Unterschriften hierzu sollen mit der Maschine auf die Rückseite der Unterlagen geschrieben oder geklebt werden. Die Anzahl der Bilder muss auf das notwendigste Mass beschränkt werden. Das Deutsche Nationale Komitee behält sich das Recht vor, für Bilder, die über das zulässige Mass hinausgehen, Bezahlung zu verlangen.

8. Photographien müssen klare, scharfe, kontrastreiche Bilder sein, auf glänzendem Karton, so dass sie auch ohne Retusche wiedergegeben werden können.

9. Zeichnungen müssen mit schwarzer Tusche auf weissem Papier hergestellt sein. Buchstaben sowie Beschriftungen sollen nur mit Bleistift ausgeführt sein, damit die Redaktion der Konferenz eine einheitliche Beschriftung durchführen kann. Da Zeichnungen durch Verkleinerung verbessert werden, so sollen sie etwa zweimal so gross sein, wie sie gedruckt werden (also höchstens 200 × 300 mm). Die Linien müssen klar und scharf und wegen der Verkleinerung entsprechend dicker gehalten sein. Sofern die Zeichnungen nicht durch einen Zeichner ausgeführt sind, sollten alle Schattierungen usw. nur in Bleistiftstrichen angedeutet werden, um dem Graveur als Richtlinien zu dienen. Falls liniiertes oder mit Quadraten versehenes Papier benutzt wird, darf es nur feine blaue Linien enthalten. Papier mit roten oder schwarzen Linien ist zu vermeiden.

10. In den Berichten dürfen, soweit dies möglich ist, nur international anerkannte Zeichen verwendet werden. Die Verfasser werden ersucht, die Einheiten in ihren Berichten eindeutig zu erläutern (z. B. die englische grosse oder kleine Tonne [2000 oder 2240 lbs] und die Gallone zu 8,33 oder 10 lbs usw).

11. Die Verfasser erhalten keine Korrekturabzüge ihrer Berichte, bis die Aushängebogen für die Konferenz herausgegeben sind. Sie erhalten jedoch Gelegenheit, bis zum 15. August 1930 kleinere Korrekturen an ihren Berichten vorzunehmen, die dann in die «Berichterstattung über die Zweite Weltkraftkonferenz» aufgenommen werden.

12. Es wird gebeten, alle Anfragen sowie jede die Zweite Weltkraftkonferenz betreffende Korrespondenz zu richten an: *«Weltkraft»*, Ingenieurhaus, *Berlin NW 7*. Telegrammadresse: Weltkraft Berlin.

Das Schweizerische Nationalkomitee der Weltkraftkonferenz (Vorsitzender: Dr. Ed. Tissot, Basel) hat zur Vorbereitung der Berichterstattung der Schweiz für die Berliner Konferenz ein Redaktionskomitee unter dem Vorsitz von Herrn Dr. Huber-Stockar, Zürich, ernannt,

das die nachstehenden Richtlinien für die schweizerische Berichterstattung genehmigt hat.

Die von der Schweiz einzureichenden Berichte sollen bis spätestens am 15. Oktober dieses Jahres dem Sekretär des Schweizerischen Nationalkomitees, in dreifacher Ausfertigung, zugestellt werden, welcher für die Weiterleitung von je zwei Exemplaren besorgt sein wird.

Das Schweizerische Nationalkomitee der Weltkraftkonferenz veranlasst eine Anzahl hervorragender Vertreter, die für neutrale Berichterstattung Gewähr bieten, Berichte über die für die Schweiz wichtigsten Sektionen des Berliner Programmes zu verfassen, die als Berichte des Schweizerischen Nationalkomitees unter Nennung der Verfasser nach Berlin gesandt werden.

Ausser diesen Berichten nimmt das Schweizerische Nationalkomitee auch solche von schweizerischen Ingenieuren und Firmen zur Weiterleitung nach Berlin entgegen, sofern dieselben den vom Deutschen Nationalkomitee aufgestellten und vorstehend wiedergegebenen Richtlinien entsprechen.

Es ist erwünscht, dass die schweizerischen Autoren, die Berichte für die Berliner Konferenz einzureichen wünschen, sich unter Angabe des Titels derselben und Beifügung einer kurzen Inhaltsangabe baldmöglichst beim Sekretär des Schweizerischen Nationalkomitees, Ing. H. F. Zangger, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, melden, der auch weitere Auskunft erteilt.

Faraday - Medaille. The Institution of Electrical Engineers in London hat im Jahre 1921 bei Anlass ihres 50jährigen Bestehens beschlossen, jährlich einmal

> «either for notable scientific or industrial achievement in Electrical Engineering or for conspicuous service rendered to the advancement of electrical science and without restriction as regards nationality, country of residence, or membership of the Institution»

eine Medaille zur Erinnerung an Faraday zu verabreichen. Dieses Jahr nun ist die Faraday-Medaille Herrn Ingenieur *Guido Semenza*, Ingénieur-Conseil, Grand Ufficiale, in Mailand, gewesener verdienstvoller Präsident der Commission Electrotechnique Internationale, verliehen worden. Der S. E. V., dessen Mitglied Herr Semenza seit 1910 ist, und das Comité Electrotechnique freuen sich sehr dieser wohlverdienten Ehrung des Herrn Semenza und entbieten ihm ihre herzlichen Glückwünsche.

Personalnachrichten. Wie wir erfahren, tritt Herr Ing. *A. von Schulthess-Rechberg* als Direktor der A.-G. Brown, Boveri & Cie. in Baden auf den 1. September d. J. zurück, um einer Berufung als Direktor der Bank für Elektrische Unternehmungen in Zürich Folge zu leisten. — Nachfolger von Hrn. A. von Schulthess-Rechberg bei B. B. C. wird Herr Ingenieur Leo Bodmer, zurzeit Direktor der Papierfabrik in Cham, sein.

Literatur. — Bibliographie.

Eingegangene Werke (Besprechung vorbehalten).

Kabeltechnik. Die Theorie, Berechnung und Herstellung des elektrischen Kabels. Von Dipl. Ing. Dr. phil. M. Klein, Berlin. 486 S., 16 × 23,5 cm, 474 Fig., 149 Tabellen. Verlag Julius Springer, Berlin, 1929. Preis geb. RM. 57.—.

Elektrische Gleichrichter und Ventile. Von Prof. Dr. Ing. A. Güntherschultze. Zweite, erweiterte und verbesserte Auflage. 330 S., 16 × 23,5 cm, 305 Fig. Verlag Julius Springer, Berlin, 1929. Preis geb. RM. 29.—.

Note sur les disjoncteurs dans l'huile. Von G. M. Blank, Baden. Extrait du Bulletin de l'A. I. M., t. VI, 7e série, mai 1928. 75 pages, 16 × 24,5 cm, 21 fig.

Grundbegriffe der Elektrotechnik. Von Dr. W. Kesseldorfer. 152 S., 15 × 21 cm, 48 Fig. Deutsche Verlagswerke Strauss, Vetter & Co., Berlin, 1929. Preis geb. RM. 5.60.

Elektrizität im Haushalt. Von Dr. H. Schütze. Heft 202 bis 204 der Sammlung «Augen auf». 11. Auflage. 62 S., 13 × 20 cm, 42 Fig. Francksche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 1929. Preis geh. RM. 1.—, geb. RM. 1.25.

Elektrizitätswirtschaft. Von Dr. Ing. R. Fischer. Bd. 995 der Sammlung Göschen. 148 S., 10 × 16 cm, 54 Fig., 8 Tafeln. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin W. 10, 1928. Preis in Leinen geb. RM. 1.50.

Die Stromtarife der Elektrizitätswerke. Theorie und Praxis. Von H. E. Eisenmenger, New York. Autorisierte deutsche Bearbeitung von A. G. Arnold, Berlin. 242 S., 16 × 24 cm, 67 Fig. Verlag von R. Oldenbourg, München und Berlin, 1929.

Der Kaskadentransformator mit ungleichmässig verteilten Wicklungen als Spannungswandler. Von Dr. Ing. Emil Wirz, Binningen b. Basel. Sonderdruck aus dem Archiv für Elektrotechnik, XXI. Band, 1929, No. 6. 29 S., 18,5 × 27 cm, 13 Fig.

Tariffer för försäljning av elektrisk energi i svenska städer, Köpingar och andra storre samhallen. 305 S., 14 × 22 cm. Herausgegeben von der Svenska Elektricitetsverksföreningen. Handlingar 1929. No. 2.

Elektrische Schaltgeräte, Anlasser und Regler. Von Dr. Ing. Fritz Kesselring. I. Theoretische Grundlagen zur Berechnung der Schaltgeräte. Bd. 711 der Sammlung Göschen. 142 S., 10 × 16 cm, 80 Fig. Verlag Walter de Gruyter & Co., Berlin W. 10, 1928. Preis in Leinen geb. RM. 1.50.

Leçons sur les équations linéaires aux différences finies. Par N. E. Nörlund, Copenhague. Rédigé par René Lagrange, Dijon. 153 pages, 16 × 25 cm. Chez Gauthier-Villars et Cie, 55, Quai des Grands Augustines, Paris VIe, 1929. Prix fr. français 50.—.

Formeln für Entwurf und Berechnung von Gleichstrommaschinen, Drehstrom- und Einphasenmotoren. Von Ernst Schulz. 5. neu bearbeitete Auflage. 85 S., 15 × 21 cm, 23 Fig. Verlag Dr. Max Jänecke, Leipzig, 1929. Preis RM. 3.60.

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke | REDAKTION Zürich 8, Seefeldstr. 301 | Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité

Verlag und Administration { Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G. Zürich 4, Stauffacherquai 36/38 } Editeur et Administration

XX. Jahrgang
XXe Année | Bulletin No. 16 | August II
Août II 1929

Die Uebertragung grosser Leistungen.

(Fortsetzung von S. 506 und Schluss.)

Von *Max Leo Keller*, Ingenieur, Aarau.

621.319(004)+621.311(7)

II. Teil.

Die Grosskraftübertragung Conowingo.

Inhaltsverzeichnis: — Tables des matières:

Das nachstehende Ausführungsbeispiel soll einige praktische Anwendungen der gegebenen Theorie zeigen und sie in manchen Punkten, insbesondere nach der betriebstechnischen Seite hin, ergänzen und vervollständigen. Wir wählen dazu das Uebertragungssystem Conowingo der Philadelphia Electric Company.

A. Die Anlagen[29]).

Die 220 000 V-Kraftübertragung „Conowingo" ist gegenwärtig die leistungsfähigste Anlage ihrer Art. Diese Leitungen übertragen die im hydroelektrischen

[29]) Für Beschreibungen von Conowingo s. Literatur 63 bis 67 (S. 544).

Kraftwerk Conowingo der Susquehanna Power Company im Staate Maryland (U. S. A.) gewonnene Energie in das Netz der Philadelphia Electric Company im Staate Pennsylvania. Zugleich bilden sie ein Glied des grossen 220000 V Koppelungsnetzes im Osten der Vereinigten Staaten, welches die Kraftwerke im Kohlenbergwerkgebiet mit denjenigen an der atlantischen Küste verbindet. Gegenüber den beiden 330 bzw. 400 km langen Kraftübertragungen in Kalifornien, zeichnet sich die Conowingo-Leitung bei einer Länge von kaum 100 km durch die weit grössere Leistung aus.

Das Kraftwerk Conowingo (Fig. 22 bis 26) besitzt gegenwärtig eine Leistung von 280000 kW (378000 PS), die in 7 Einheiten erzeugt wird. Die Turbinen sind von der

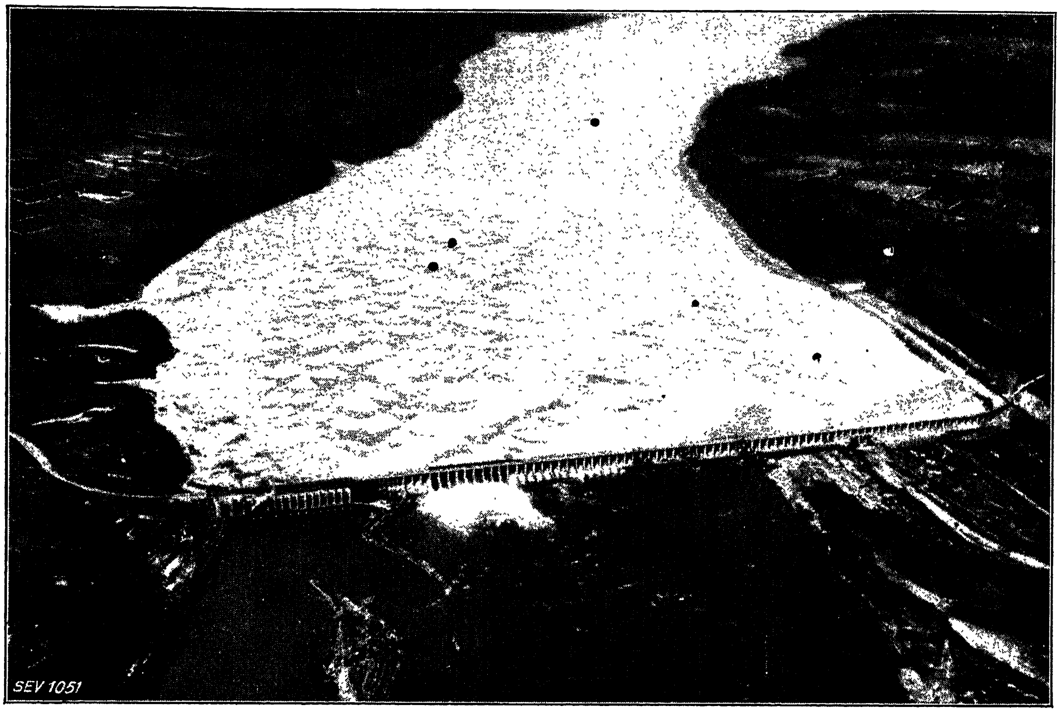


Fig. 22.

Stausee, Damm und Maschinenhaus Conowingo, U. S. A.

Installierte Leistung 1928: 280 000 kW, im Vollausbau 450 000 kW an den Turbinenwellen. – Durchschnittliche Jahresproduktion im ersten Ausbau 1250×10^6 kWh.
Stausee: Länge 23,25 km; grösste Breite 1,76 km; Fläche 36,4 km^2; Inhalt 400×10^6 m^3; Energieinhalt bei Entzug von 70×10^6 m^3, entsprechend einer Absenkung von 2,1 m, 5×10^6 kWh.
Wasserführung des Susquehanna: Jahresmittel 1891 bis 1926 610 bis 1490 m^3/sec; Mittel der Periode von 35 Jahren 1000 m^3/sec gemessene Grenzwerte min. 62 m^3/sec, max. 20600 m^3/sec.
Durchschnittliche min. Leistung entsprechend der zufliessenden Wassermenge 30 000 kW.
Min. jederzeit verfügbare Leistung zur Spitzendeckung, infolge Stausee 180 000 kW.

konventionellen, vertikalen Bauart der Francis-Typen und besitzen bei einem Gefälle von 27 m und 81,8 U/m eine Leistung von je 40000 kW. Sie sind direkt gekuppelt mit einem Dreiphasengenerator von 40000 kVA, 60 Per/sec, 13 800 V und $\cos \varphi = 0{,}9$, über dem sich noch ein Hilfsgenerator von 715 kW mit angebautem Erreger erhebt. Nicht nach der Leistung, wohl aber nach den Dimensionen stellen diese Maschinen, infolge der niedrigen Umdrehzahl, die grössten bisher gebauten Einheiten dar. Die Zentrale selbst wird z. Z. in der Grösse nur von den Kraftwerken des Niagara-Fall[30]) überboten und wird beim vorgesehenen Vollausbau von 11 Einheiten, ca. 450000 kW (600000 PS), sogar dieses Werk übertreffen.

[30]) 315000 kW (425500 PS) an den Turbinenwellen.

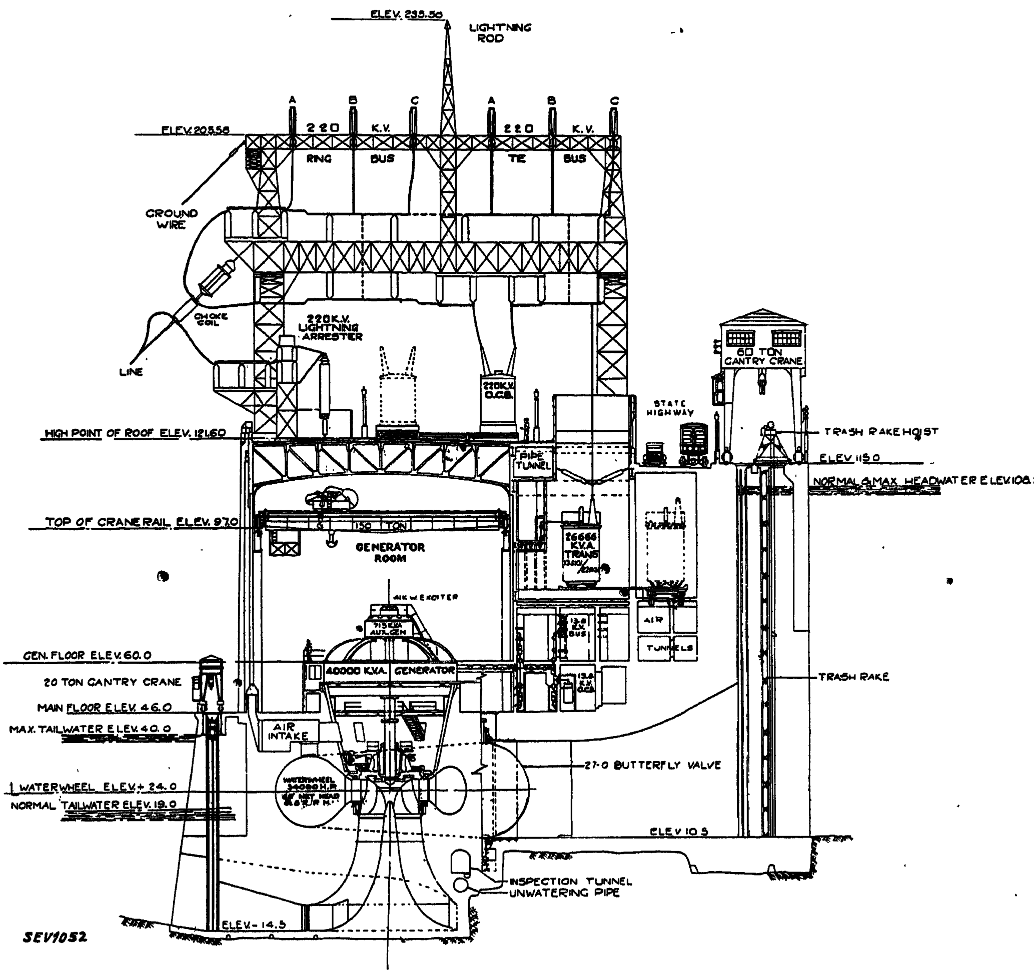


Fig. 23.
Querschnitt durch Maschinenhaus und Schaltanlage Conowingo.

Für die Vermittlung der erzeugten Energie nach Pennsylvania sind drei 220 kV-Leitungen projektiert, wovon zwei erstellt worden sind. Jede einzelne dieser Leitungen muss imstande sein, die gesamte Energie des ersten Ausbaues, also 252 000 kW allein zu übertragen.

Die Kraft wird von der Zentrale bis zum 93 km entfernten Unterwerk „Plymouth-Meeting" (Fig. 27) ausserhalb der Stadtgrenze von Philadelphia, mit 220 kV übertragen, dort auf ungefähr 70 kV herabtransformiert und mit dieser Spannung durch eine 17 km lange Uebertragung dem 66 kV Verteilnetz der Philadelphia Electric Company zugeführt. Diese 66 kV-Leitungen sind als ein Glied der Kraftübertragung zu betrachten und sind vor allem zu Vergleichszwecken in unsere Untersuchung eingeschlossen. „Plymouth-Meeting" ist zugleich ein Knotenpunkt des Koppelungsnetzes. Es treffen hier je eine 220 kV-Leitung von der Pennsylvania Power and Light Company in Siegfried, Pennsylvania und eine von der Public Service Electric and Gas Company in Newark, New Jersey (Nähe von New York) ein. Das Wasserkraftwerk Conowingo ist ein ausgesprochenes Saisonwerk, das nur für eine verhältnismässig kurze Zeit des Jahres mit der vollen Leistung verfügbar ist. Je nach der Jahres-

zeit und den Leistungsverhältnissen werden via Plymouth-Meeting Energieschiebungen in den verschiedenen Richtungen vorgenommen. Die gesamte an dieses Unterwerk angeschlossene Generatorenleistung beträgt etwa 2,2 Millionen kW. Es wird von ihm aus eine Bevölkerung von 6 Millionen Menschen bedient. Dieser Zusammenschluss ermöglicht eine berechnete, minimale Ersparnis an Generatorenleistung von 330000 kW.



Fig. 24.
Blick in den Generatorsaal des Kraftwerkes Conowingo.

Das geographische Leitungsbild des Kuppelungsnetzes ist in Fig. 28 gegeben. Fig. 29 zeigt die hauptsächlichen Kraft- und Unterwerke und Uebertragungsleitungen der Philadelphia Electric Company. Für die Conowingo-Leitung siehe auch Fig. 45.

B. Die technischen Daten.

Als Ausgangspunkt für unsere Betrachtung nehmen wir an, dass die mechanische Konstruktion der Leitungen bereits festgelegt worden ist und dass aus den Vorarbeiten auch der effektive Wechselstromwiderstand, die Induktivität, Kapazität und Ableitung bestimmt sind, und die Zulässigkeit des Leiterseildurchmessers mit Bezug auf die Koronaverluste und die Erwärmung geprüft wurde.

Es sind hiermiet folgende Daten gegeben:

1. *220 kV-Leitung* (Fig. 30—35).

Anordnung der Leiter und Erdseile nach Fig. 30. Abstand zweier benachbarter Leitungen, Mitte zu Mitte ca. 25 m.

Leiter: Aluminium-Stahlseil (Spezialausführung); Querschnitt 402,8 mm² (795000 C. M.[31]), bestehend aus 30 Aluminiumdrähten von je 4,14 mm Durchmesser und einer Stahlseele aus 19 Drähten von je 2,48 mm Durchmesser. Totaler Seildurchmesser 2,9 cm.

Erdseil: Aluminium-Stahlseil; Querschnitt 93 mm² (184000 C. M.), bestehend aus 18 Aluminiumdrähten von je 2,57 mm Durchmesser und einer Stahlseele aus 12 Drähten von je 3,1 mm Durchmesser. Totaler Seildurchmesser 1,8 cm.

Nennleistung einer Leitung . . .	250 000	kW
Spannung	220 000	V
Frequenz	60	Per/sec
Länge der Leitung	93	km
Ohmscher Widerstand (effekt., 60° C)	7,963	Ohm/Phase
Reaktanz (ωL für 60 Per/sec) .	45,304	Ohm/Phase
Kapazitanz (ωC für 60 Per/sec) .	0,000 300	Siemens/Phase
Ableitung (zu vernachlässigen) .	0	Siemens/Phase

Impedanz: $Z = 7{,}963 + j\,45{,}304$ Ohm
Admittanz: $Y = 0 + j\,0{,}000\,300$ Siemens

[31]) C. M. ist die Abkürzung für Circular Mil; 1 C. M. $= \frac{\pi}{4}\, d^2$, wobei $d = 0{,}001$ inches.

2. *66 kV-Leitung* (Fig. 36–38).

Die Leiteranordnung ergibt sich aus dem Gestängebild Fig. 36. Jeder Gittermast trägt zwei Drehstromkreise. Abstand zweier benachbarter Leitungen, Mitte zu Mitte, ca. 15 m.

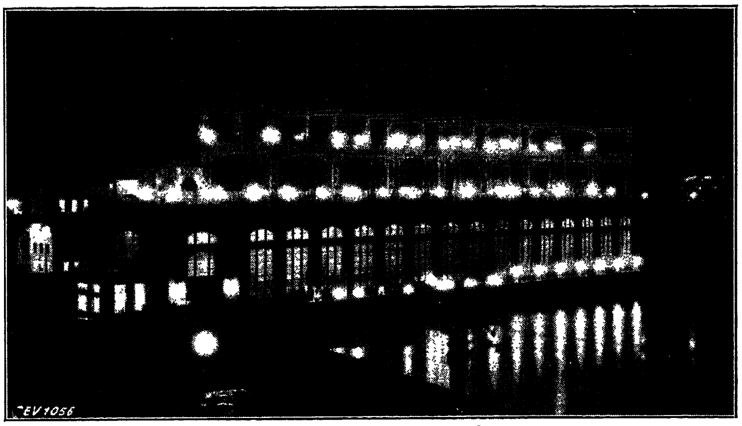


Fig. 25. Kraftwerk Conowingo bei Nacht.

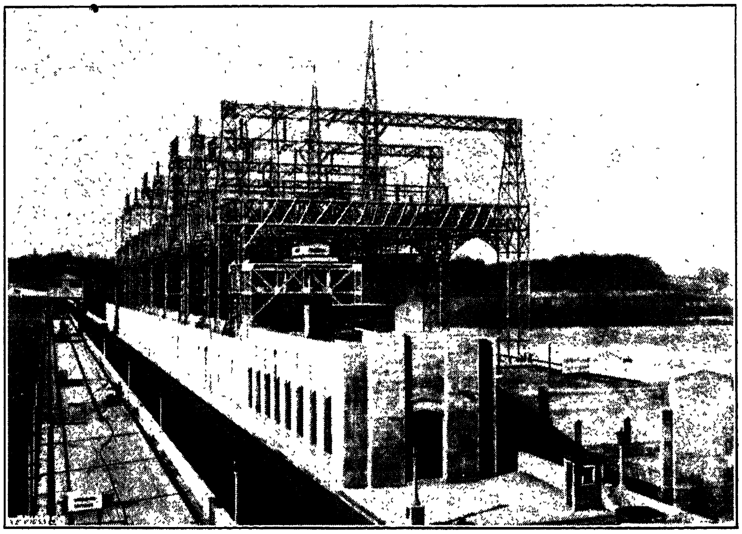


Fig. 26. Schaltanlage Conowingo auf dem Dach des Maschinenhauses.

Leiter: Kupferdraht, Querschnitt 253,3 mm² (500 000 C. M.), Durchmesser 2,06 cm.
Erdseil: 30 %ige Kupferlegierung, Draht von 1,4 cm Durchmesser.

Nennleistung einer Leitung	100 000	kW
Spannung	66 000	V
Frequenz	60	Per/sec
Länge der Leitung	16,5	km
Ohmscher Widerstand (effektiv, 84 ° C)	1,5	Ohm/Phase
Reaktanz	7,82	Ohm/Phase

Impedanz: $Z = 1{,}5 + j\,7{,}82$ Ohm

3. *Transformatoren.*

a) Conowingo. Vier, später sechs, 80 000 kVA Transformatorengruppen. Je zwei 40 000 kVA-Generatoren arbeiten gemeinsam mit einer 80 000 kVA-Dreiphasentransformatorengruppe, bestehend aus 3 Einphasentransformatoren mit folgenden Daten:

26 667 kVA, 60 Per/sec, 13 800/127 000 V für Sternschaltung und geerdeten Nullpunkt, Freiluft-Kerntransformator, mit innerer Wasserkühlung. Anzapfung auf der Oberspannungsseite $+ 7\,^1/_2\,\%$.

Ohmscher Widerstand	0,495 %	der Nennspannung,
Reaktanz	10,0 %	der Nennspannung,
Impedanz	10,012 %	der Nennspannung,

Der Magnetisierungsstrom beträgt 3,1 % des Normalstromes, $\cos \varphi = 0{,}093$,

die Leerlaufverluste 77 kW,
die Kupferverluste 132,5 kW.

Es berechnen sich damit die Verluste für eine 80 000 kVA Dreiphasengruppe zu:

Leerlaufverluste	$231 + j\,2484$ kVA	
Belastungsverlust	$398 + j\,8000$ kVA	
Totaler Verlust	$629 + j\,10484$ kVA	(bei Nennlast).

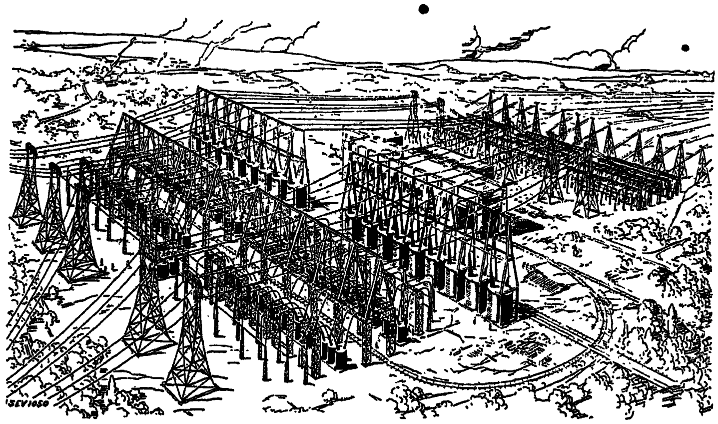


Fig. 27.
Freiluft-Unterwerk Plymouth-Meeting.

b) Plymouth-Meeting Transformatoren (Fig. 39). Zwei, eventuell drei, später sechs, 100 000 kVA, 220 Y / 13,3 Δ / 69 Y kV, Dreiphasentransformatorengruppen, bestehend aus je drei Einphasentransformatoren mit den folgenden Daten:

33 333 kVA, 60 Per/sec, 127 000 / 39 800 V, Freiluft-Manteltransformator für natürliche Luftkühlung. Das Spannungsverhältnis kann geändert werden durch: zwei Anzapfungen zu je 5 % auf der Hochspannungsseite entsprechend 220, 209 und 198 kV und sechs Anzapfungen zu je $2^1/_2$ % regulierbar unter Belastung auf der Mittelspannungsseite. Der Transformator besitzt eine Tertiärwicklung für 15 000 kVA und 13 300 V in Dreieckschaltung zum Anschluss von Synchronkondensatoren.

	Hochspannung zu Unterspannung	Hochspannung zu Tertiärwicklung	Unterspannung zu Tertiärwicklung
Ohmscher Widerstand	0,45 %	0,72 %	0,73 %
Reaktanz	9,5 %	10,1 %	16,0 %
Impedanz	9,5 %	10,1 %	16,0 %

In Fig. 40 sind die Impedanzen eines Plymouth-Meeting-Transformators graphisch dargestellt.

Der Magnetisierungsstrom beträgt 2,5 %, $\cos \varphi = 0{,}15$, bei 110 % Nennspannung 6 %, die Eisenverluste 106 kW bei 100 % Nennspannung, 139 kW bei 110 % Nennspannung.

Die Leerlaufverluste betragen also für eine 100.000 kVA Dreiphasengruppe:

$$318 + j2500 \text{ kVA}.$$

Diese Transformatoren sind inzwischen mit Ventilatoren für künstliche Luftkühlung ausgerüstet worden. Ihre Leistung beträgt damit 43 333 kVA pro Einphaseneinheit und 130 000 kVA für die Dreiphasengruppe.

C. Die Kreisdiagramme der 220 kV-Leitung.

Für die Berechnung der Leitungskonstanten *A, B, C, D* und der Kreiskonstanten (ausschliesslich der Transformatoren) gehen wir von der Impedanz und Admittanz der Leitung aus.

$$Z = 7{,}96 + j\,45{,}304$$
$$Y = 0 + j\,0{,}000\,300$$

Damit werden nach Gleichung 20, bzw. 21 und 22 (s. No. 15, S. 481):

$$A = \left(1 + \frac{Z\,Y}{2} + \frac{Z^2 Y^2}{24}\right) = a_1 + j\,a_2 = 0{,}993212 + j\,0{,}001\,187$$

$$B = Z\left(1 + \frac{Z\,Y}{6} + \frac{Z^2 Y^2}{120}\right) = b_1 + j b_2 = 7{,}926 + j\,45{,}194$$

$$C = Y\left(1 + \frac{Z\,Y}{6} + \frac{Z^2 Y^2}{120}\right) = c_1 + j\,c_2 = -\,0{,}000\,000\,2 + j\,0{,}000\,300.$$

Da die Leitung symmetrisch ist, wird $D = A$.

Die Prüfung nach Gleichung 24 ergibt eine Abweichung von 1 von:

$$0{,}000\,008 - j\,0{,}000\,013.$$

Die Kreiskonstanten sind damit aus Gleichung 32 bzw. 33.

$$l = l_a = l_e = \frac{a_1\;b_1 + a_2\;b_2}{b_1^2 + b_2^2} = 0{,}003\,764$$

$$m = m_a = m_e = \frac{a_1\;b_1 - a_2\;b_1}{b_1^2 + b_2^2} = 0{,}021\,366$$

$$n = \frac{1}{\sqrt{b_1^2 + b_2^2}} = 0{,}021\,796.$$

Hiermit lassen sich ebenfalls nach Gleichung 32 bzw. 33 die Mittelpunkte und Radien der Sende- bezw. Empfangskreise für jedes Spannungsverhältnis finden. Bezeichnen wir mit *U* und *V* die Koordinaten der Mittelpunkte und mit *W* die Radien der Kreise, so ist:

$U_a = \dfrac{l_a\;E_a^2}{1000}$ im kW Masstab in der + Richtung der *P* Achse,

$V_a = \dfrac{m_a\;E_a^2}{1000}$ im kVA Masstab in der + Richtung der *Q* Achse,

$U_e = \dfrac{l_e\;E_e^2}{1000}$ im kW Masstab in der − Richtung der *P* Achse,

$V_e = \dfrac{l\;E_e^2}{1000}$ im kVA Masstab in der − Richtung der *Q* Achse.

Die Radien sind für Sende- und Empfangskreise dieselben, nämlich:

$W = \dfrac{n\;E_a\;E_e}{1000}$ im kVA Masstab.

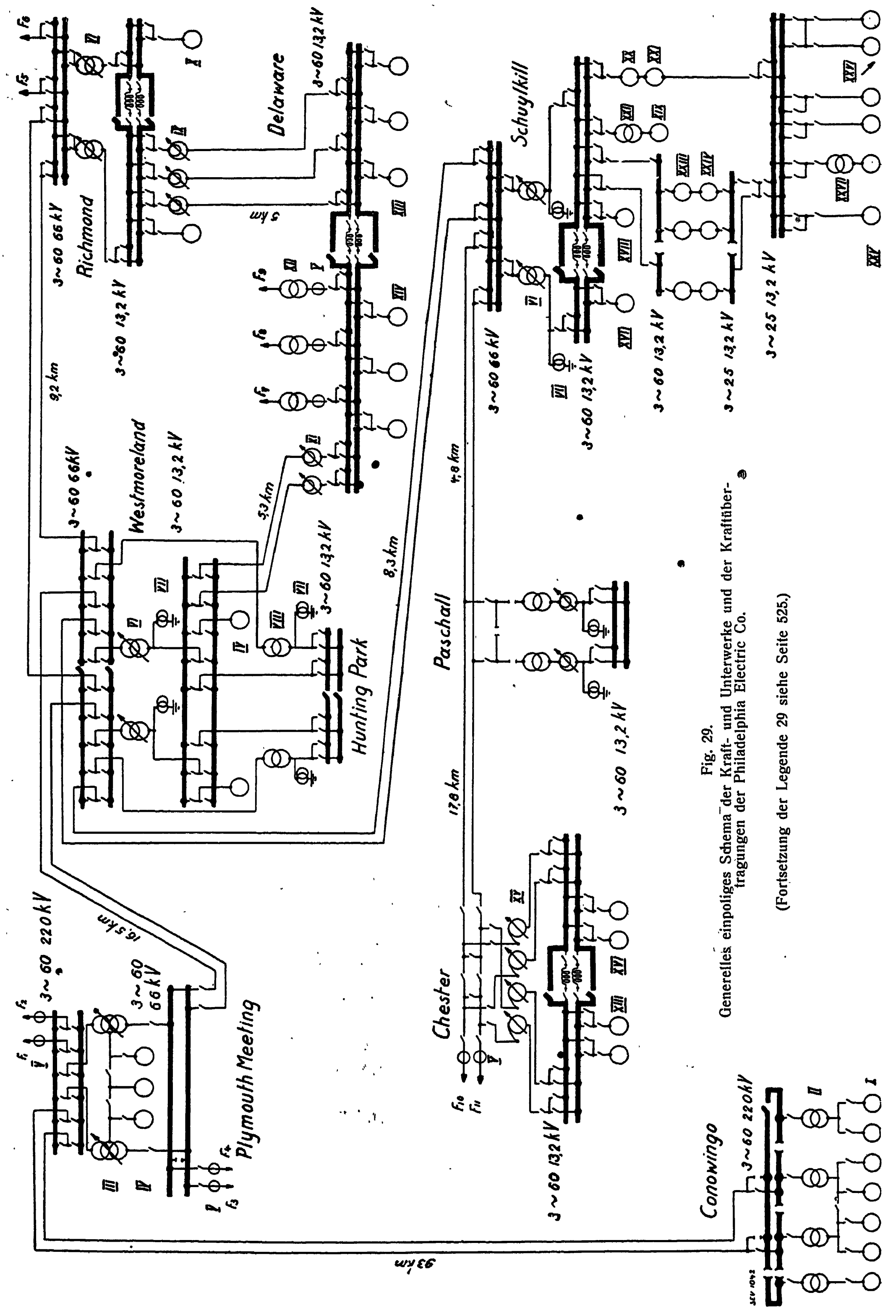


Fig. 29.
Generelles einpoliges Schema der Kraft- und Unterwerke und der Kraftübertragungen der Philadelphia Electric Co.

(Fortsetzung der Legende 29 siehe Seite 525.)

Fortsetzung der Legende zu Fig. 29.

I	Generatoren, je 40 000 kVA, $\cos\varphi = 0,9$.
II	Transformatorengruppen, je 80 000 kVA.
III	Dreiwicklungs-Transformatorengruppen, je 130 000 kVA, mit Anzapfschalter ± 7½%, unter Last regelbar.
IV	Synchronkondensatoren, je 30 000 kVA.
V	Zähler bezw. Messwandlereinheit.
VI	Transformatorengruppen, je 60 000 kVA, mit Anzapfschalter ± 5%, unter Last regelbar.
VII	Erdungstransformatoren.
VIII	Transformatorengruppen 18 750 kVA.
IX	Induktionsregler ± 5%.
X	Generatoren, je 72 222 kVA $\cos\varphi = 0,9$.
XI	Induktionsregler ± 9%.
XII	Transformatorengruppen, je 12 000 kVA.
XIII	Generatoren, je 37 500 kVA, $\cos\varphi = 0,8$.
XIV	Generatoren, je 33 333 kVA, $\cos\varphi = 0,9$.
XV	Autotransformatoren, je 20 000 kVA, mit Anzapfschalter ± 5%, unter Last regelbar.
XVI	Generatoren, je 36 667 kVA, $\cos\varphi = 0,9$.
XVII	Generator, 35 000 kVA, $\cos\varphi = 1$.
XVIII	Generator, 15 000 kVA, $\cos\varphi = 1$.
XIX	Generator, 14 000 kVA, $\cos\varphi = 1$.
XX	Generator, 45 000 kVA, $\cos\varphi = 0,7$; als Synchronkondensator bei $\cos\varphi = 0$ 38 000 kVA.
XXI	Frequenzumformer 35 300 kVA, $\cos\varphi = 0,85$.
XXII	Transformator 15 000 kVA.
XXIII	Generator, 9500 kVA, $\cos\varphi = 1$.
XXIV	Frequenzumformer, 9000 kVA, $\cos\varphi = 1$.
XXV	Generatoren, 15 000, 20 000 und 30 000 kVA, $\cos\varphi = 0,9$ bis 1.
XXVI	Belastungsschieber[1]), 5000 kVA, $\cos\varphi = 1$.
XXVII	Transformatorengruppe 15 000 kVA.

F_1	Leitung nach Siegfried.
F_2	„ „ Roseland.
F_3	„ „ Barbados Island.
F_4	„ „ Barbados Island.
F_5	„ „ Emilie und Trenton.
F_6	„ „ Emilie und Trenton.
F_7	Leitung nach dem Verteilnetz Camden (New Jersey).
F_8	Leitung nach dem Verteilnetz Camden (New Jersey).
F_9	Leitung nach dem Verteilnetz Camden (New Jersey).
F_{10}	Leitung nach Wilmington (Delaware).
F_{11}	„ „ Wilmington (Delaware).

Die Leitungen von Westmoreland nach Richmond, Delaware und Schuylkill sind Kabelleitungen. Die 66 kV Kabelleitungen sind für eine Nennleistung von je 50 000 kVA, die 13,2 kV Kabelleitungen für eine solche von je 12 000 kVA gebaut.

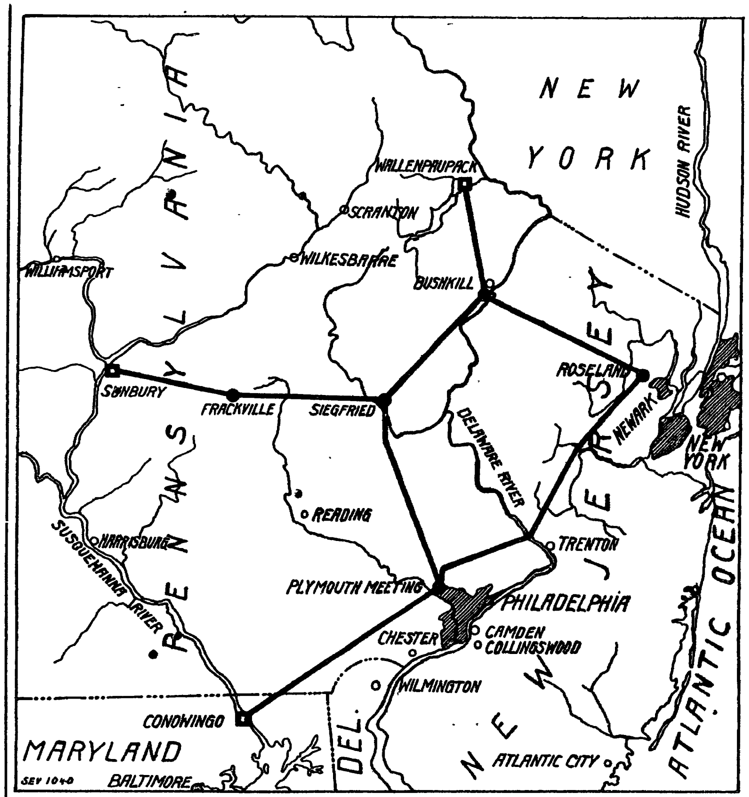


Fig. 28.

220 kV Koppelungsnetz der Staaten Pennsylvania und New-Jersy.

Conowingo und Wallenpaupack sind Wasserkraftwerke; Sunbury ist grosses Dampfkraftwerk; Bushkill ist eine Schaltstation; die übrigen sind Unterwerke zu den jeweiligen Verteilnetzen.

Conowingo-Plymouth Meeting	93 km	Siegfried-Bushkill	61 km
Plymouth Meeting-Siegfried	77 „	Bushill-Wallenpaupack	45 „
Plymouth Meeting-Roseland	125 „	Siegfried-Frackville	66 „
Roseland-Siegfried	132 „	Frackville-Sunbury	50 „
Roseland-Bushkill	41 „		

[1]) „Belastungsschieber" werden zum Ausgleich der Belastung und der Spannung in ungleichmässig belasteten Mehrphasennetzen verwendet, indem sie von der unterbelasteten Phase Energie als Motor aufnehmen und an die überbelastete Phase als Generator abgeben und ausserdem der Phasenspannung solche Komponenten zuführen, dass die resultierende Spannung ausgeglichen wird. Es ist also eine Maschine, deren Spannungs-Vektoren eine negative Drehrichtung haben, während die Netzspannung sich in positivem Sinne dreht. Sie sind, Irrtum vorbehalten, einem Gedanken von Steinmetz entsprungen (1916) und zum Ausgangspunkt der Berechnungsmethode der symmetrischen Komponenten geworden, deren Theorie auf Seite 535 dargestellt ist.

Als Spannung ist der verkettete Wert in kV einzusetzen. Wird die Phasenspannung benützt, so sind die rechten Seiten der Gleichungen mit 3 zu multiplizieren.

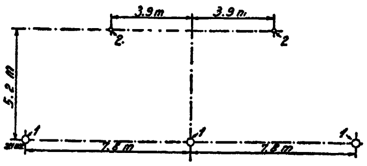


Fig. 30.
Leiteranordnung der 220 kV-Leitung.
1 = Leiter
2 = Erdseile.

Als Bereich der Spannungen kommen in unserem Fall etwa $E_a = 220$ bis 230 kV, $E_e = 205$ bis 225 kV in Frage. Es wird deshalb zweckmässig sein, die Kreise für folgende Sende- bzw. Empfangsspannungen aufzustellen und für Zwischenwerte zu interpolieren.

E_a = 220, 225, 230 kV,

E_e = 205, 210, 215, 220, 225 kV.

Die betreffenden Grössen sind in Tabelle II ausgerechnet und die Kreisdiagramme in Fig. 41 dargestellt.

Kreischarakteristik für die Leitung Conowingo-Plymouth-Meeting. Tabelle II.

E_a	Sendekreismittelpunkte		E_e	Empfangskreismittelpunkte		E_e	Sende- und Empfangskreisradien W kVA		
kV	U_a kW	V_a jkVA	kV	U_e kW	V_e jkVA	kV	E_a = 220 kV	E_a = 225 kV	E_a = 230 kV
220	182 200	1 034 000	205	158 200	897 060	205	983 000	1 005 300	1 027 700
225	190 550	1 081 650	210	166 000	942 240	210	1 006 970	1 029 900	1 052 750
230	199 120	1 130 300	215	174 000	987 640	215	1 030 950	1 054 400	1 077 800
			220	182 200	1 034 000	220	1 054 930	1 078 900	1 102 900
			225	190 550	1 081 650	225	1 078 900	1 103 400	1 127 900

D. Die Arbeitsweise der Kraftübertragung.

Die Kreisdiagramme veranschaulichen in klarer Weise die Beziehungen zwischen den Endspannungen und den dazugehörenden Belastungen in ihren Wirk- und Blindleistungskomponenten. Sie zeigen das Verhalten der Leitung unter den verschiedenen Betriebszuständen und ermöglichen rasch und einfach, wie gezeigt werden soll z. B. die Bestimmung der Grösse der benötigten Synchronkondensatorenleistungen.

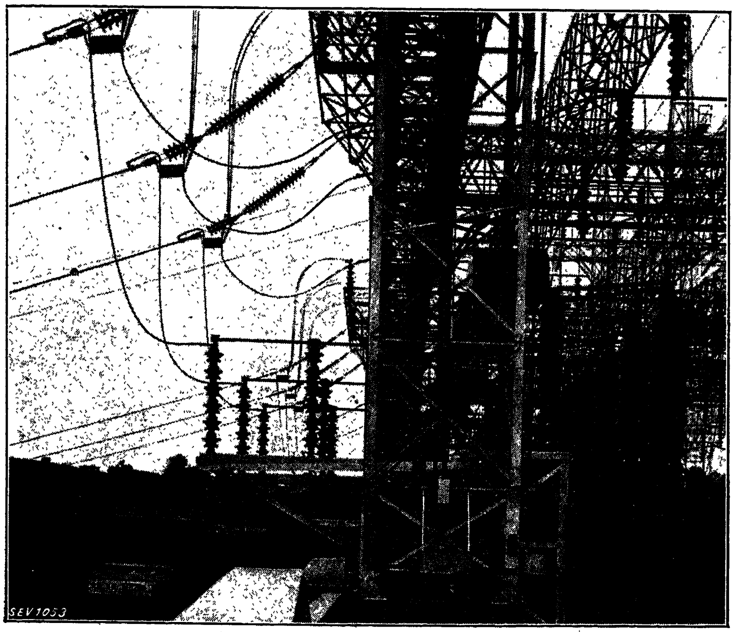


Fig. 31.
Abgehende 220 kV-Linien (Conowingo Leitung) im Kraftwerk Conowingo.

Die Betriebsbedingungen.

Die Betriebsbedingungen für die Conowingo-Leitung sind wie folgt festgelegt worden:

In der Zentrale Conowingo wird als normale von den Spannungsreglern konstant zu haltende Spannung 220 kV auf der Hoch-

voltseite gewählt. Unter abnormalen Zuständen, beispielsweise wenn nur eine Leitung die gesamte Leistung von 252 000 kW übertragen muss, wird eine vorübergehende Erhöhung der Sendespannung auf 230 kV maximal zugelassen.

Im Unterwerk „Plymouth-Meeting" darf mit Rücksicht auf die Koppelung die Spannung bei keinem Belastungszustand unter 210 kV sinken. Sie ist bei diesem Wert durch die Wahl der Blindleistung – Generatoren $\cos\varphi$, Synchronkondensatoren – konstant zu halten. Eine höhere Spannung, bis 220 kV, ist ohne weiteres zulässig.

Die Spannung im Unterwerk „Westmoreland" Philadelphia ist bei 68 kV möglichst konstant zu halten. Sie soll durch Einstellung des Anzapfschalters der Plymouth-Meeting-Transformatoren reguliert werden.

Es wird ferner bestimmt, dass alle Synchronkondensatoren für den normalen Betriebszustand, d. h. zwei 220 kV-Leitungen zwischen Conowingo und Plymouth-Meeting in Betrieb, im Unterwerk „Westmoreland" oder im Netz des Philadelphia Electric Systems selbst unterzubringen sind. Ueber die für den Notbetrieb – eine 220 kV-Leitung – notwendigen zusätzlichen Kondensatoren wird die Entscheidung vorbehalten. Je nach dem Ergebnis der Rechnung werden sie ganz oder teilweise im Unterwerk „Plymouth-Meeting" installiert.

Der Einfluss der Kondensatoren auf die Stabilität bei Störungen und Erdschlüssen ist festzustellen.

Die Kondensatoren müssen ebenfalls genügen, um die Spannungen bei den gegebenen Werten zu halten, wenn Energie über das Koppelungsnetz in irgendwelcher Richtung vermittelt wird. Die Spannung an den Knotenpunkten des Koppelungsnetzes ist in den Unterwerken „Siegfried" und „Roseland" bei Newark zu 210 kV anzunehmen.

Der Leistungsfaktor der Belastung in Westmoreland ist entsprechend Höchstlast des Philadelphia-Netzes zu 85 % bestimmt worden.

Die Strom- und Spannungsverhältnisse bei verschiedenen Belastungen und die Bestimmung der benötigten Synchronkondensatoren.

Da es nicht angängig ist, die vollständige Durchrechnung zu geben, so sei der Rechnungsgang wenigstens an einem einfachen Fall dargestellt. Es sei dazu angenommen, dass im Kraftwerk Conowingo vier 40 000 kVA-Einheiten in Betrieb sind.

Es ist dann:

Generatorenleistung . . .	$144000 + j\,69000$,	entsprechend 160 000 kVA, $\cos\varphi = 0{,}90$
Sendetransformatoren-Verluste	$1258 + j\,20968$	(Total 2×80000 kVA Transf.)
Sendeleistung bei 220 kV . .	$= 142742 + j\,48632$	oder
bei zwei Leitungen	$71371 + j\,24316$	pro Leitung.

Aus dem Sendekreisdiagramm (Fig. 41) finden wir durch Interpolation, dass dieser Scheinleistung bei einer Sendespannung von 220 kV, eine Empfangsspannung in „Plymouth-Meeting" von 211,8 kV entspricht.

Die empfangene Wirkleistung ist um die kW-Verluste der Leitung geringer. Statt der genauen Rechnung derselben dürfen wir, da die Leitung verhältnismässig kurz ist und selbst eine grosse Ungenauigkeit der Verluste im normalen Arbeitsbereich der Kraftübertragung das gesuchte Ergebnis nicht merklich beeinflusst, sie nach der üblichen Jouleschen Formel, $I^2 R$, berechnen.

$$\text{Sendestrom } I_a = \frac{(142742 - j\,48632) \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 10^3} = \frac{650}{\sqrt{3}} - j\,\frac{220{,}5}{\sqrt{3}} = 375 - j\,127{,}5 \text{ A}$$

$$\text{kW-Verluste, zwei Leitungen parallel:} = 3\,(375^2 + 127{,}5^2)\,\frac{7{,}96}{2} \cdot 10^{-3} = 1870 \text{ kW.}$$

Ankommende Wirkleistung in „Plymouth-Meeting":

$$P_e = 142742 - 1870 = 140872 \text{ kW, bzw. } 70436 \text{ kW pro Leitung.}$$

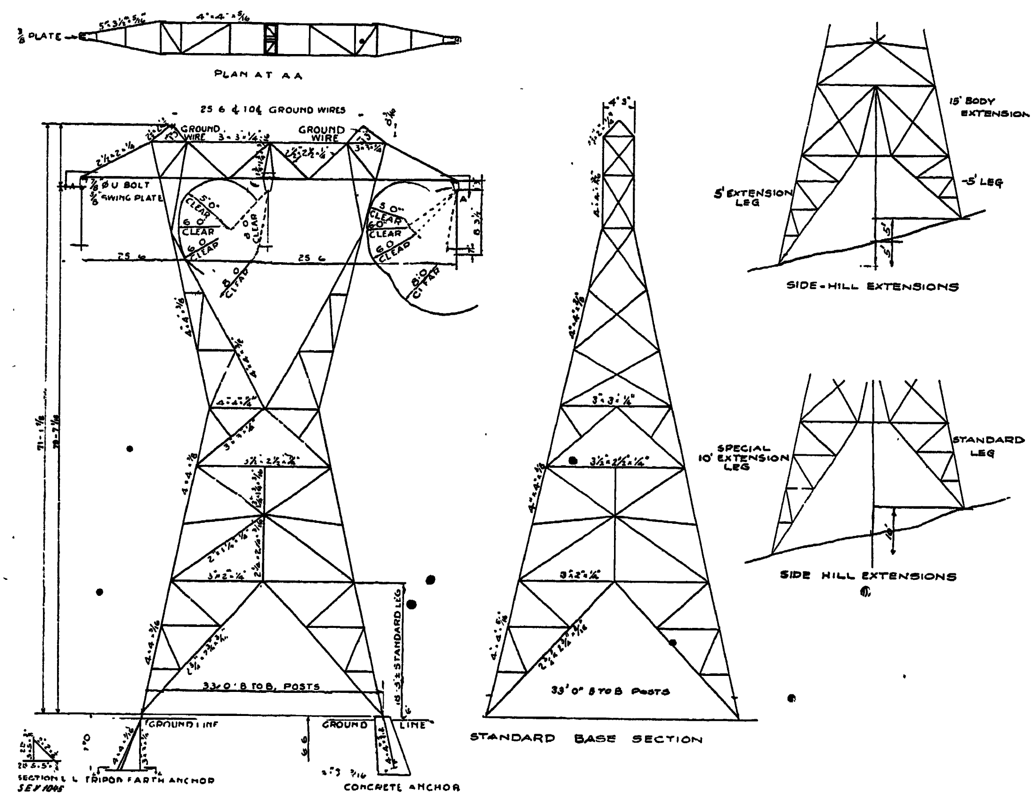


Fig. 32. Conowingo Leitung. 220 kV-Tragmast.

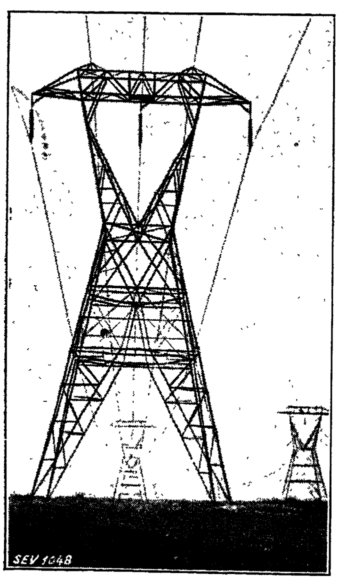


Fig. 33.
Conowingo Leitung.
220 kV-Tragmast.

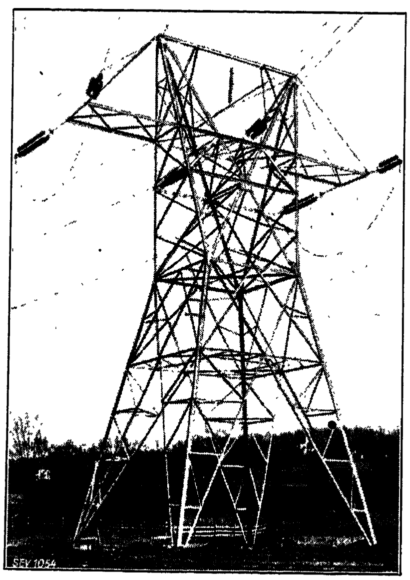


Fig. 34.
Conowingo Leitung.
220 kV-Abspannmast.

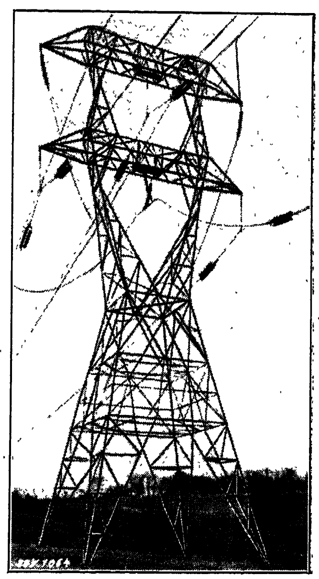


Fig. 35.
Conowingo Leitung.
220 kV Verdrillungsmast. Dieser Masttyp kann als Normalmast für das Gestänge einer 220 kV-Doppelleitung verwendet werden.

Damit finden wir aus dem Empfangsdiagramm für $E_a = 220$ kV und $E_e = 211{,}8$ kV, durch Interpolation zwischen den Kreisen für $E_e = 210$ und 215 kV, die ankommende Blindleistung zu 30000 kVA, nacheilend, pro Leitung oder $+ j\,60000$ kVA total.

Zum Vergleich sei die Rechnung ohne Kreisdiagramm, rein analytisch durchgeführt.

Gegeben ist die Spannung und der Strom am Sendeende, $E_a = 220$ kV, $I_a = (650 - 220{,}5)$ A [32]).

Daraus folgt nach Gleichung 10: $E_e = E_a\,A - I_a\,B$.

$$E_e = 220\,000\ (0{,}993212 + j\,0{,}001\,187) - \frac{1}{2}(650 - j\,220{,}5)\ (7{,}926 + j\,45{,}194)$$

$$= (218\,500 + j\,261) - (7\,558 + j\,13815)$$

$$= 210{,}94 - j\,13{,}55 = \underline{211{,}4\ \text{kV}.}$$

Die aus dem Kreisdiagramm erhaltene Spannung war 211,8 kV; die Abweichung beträgt also weniger als 2 ‰.

Der Empfangsstrom wird nach Gleichung 11: $I_e = I_a\,A - E_a\,C$.

$$I_{eL} = \frac{1}{2}(650 - j\,220{,}5)\ (0{,}993212 + j\,0{,}001\,187) - 220\,000\ (0 + j\,0{,}000\,300)$$

$$= 322{,}925 - j\,109{,}11 - j\,66 \text{ pro Leitung,}$$

$$I_e = (645{,}85 - j\,350{,}2)\ \text{A}^{32)} \text{ total.}$$

Aus Strom und Spannung wird die Leistung:

$$P_e + j\,Q_e = (210{,}94 - j\,13{,}55)\ (645{,}85 - j\,350{,}2)$$

$$= \underline{140\,980 + j\,65\,120\ \text{kVA}.}$$

Die Abweichung dieses Rechnungsergebnisses von demjenigen aus den Kreisdiagrammen beträgt in der Wirkleistung weniger als 1 ‰; dagegen ist sie recht ausgesprochen — beinahe 8% — in der Blindleistungskomponente. Bei genauerer Prüfung zeigt sich, dass der geringe Spannungsunterschied von 2 ‰ in den beiden erhaltenen Endspannungen 6 % der Blindleistung ausmacht. Die Leitung ist also sehr blindstromempfindlich in bezug auf Spannung. Auch geht hervor, dass sich bei den Kreisdiagrammen mit grösserer prozentuellen Genauigkeit von der Blindleistung auf die Spannung schliessen lässt als umgekehrt.

Es sei nun angenommen, dass keine Energie ins Koppelungsnetz abgegeben, noch solche daraus erhalten wird. Es steht somit im Unterwerk „Plymouth-Meeting" eine Leistung von $140872 + j\,60000$ kVA zur Lieferung nach Westmoreland (Philadelphia) zur Verfügung. Sie werde mit zwei 66 kV-Leitungen dorthin vermittelt.

[32]) Bei Dreiphasenleitungen ist es bequemer, den $\sqrt{3}$ fachen Leitungsstrom zu verwenden. Man erhält dann bei Einführung des Widerstandes bzw. Impedanz einer Phase sogleich den Spannungsabfall im Verhältnis zur verketteten Spannung und den gesamten Verlust aller drei Leitungen. Die Zahlenwerte der Ströme I_a, I_e, I' (S. 530) usw. (in A) sind also $\sqrt{3}$ mal grösser eingeführt, als sie in Wirklichkeit betragen.

Bemerkung zu den Fig. 32 bis 35.

Das Gestänge der Conowingo Leitung enthält folgende 5 Masttypen:

Typ *A*: Normaler Tragmast, verwendet für Spannweiten bis 1100 Fuss und Winkel bis 1½° (Fig. 32 und 33).

Typ *B*: Verstärkter Tragmast, für Spannweiten bis 2000 Fuss und Winkel bis 6°. Dieser Typ wird auch für (Bahn)-Kreuzungen und mit besonderem Aufbau als Verdrillungsmast (Fig. 35) verwendet.

Typ *C*: Eckmast für Spannweiten bis 1100 Fuss und Winkel von 6° bis 10°.

Typ *D*: Abspannmast und für Spannweiten bis 2500 Fuss und Winkel von 15° bis 60° (Fig. 34).

Die Masten für die Kreuzung des Susquehanna-Flusses haben eine Höhe von 228 Fuss und ein Gewicht von 113 t. Die Spannweite beträgt 2200 Fuss.

PS. Die normalen Masten, Type A, haben eine Höhe von 75 bis 120 Fuss, und ein Gewicht von *nur* 7 t bei 80 Fuss Höhe. Alle Mastentypen halten den Zug bei Bruch eines Leiters aus, was durch Versuche erwiesen ist. Mit einem Bruch eines Leiters wird jedoch nicht gerechnet, denn die Leiter haben 40 % Stahl und werden ausserdem vorgestreckt.

Nach Abzug der Leerlaufverluste von $(636 + j\,5000)$ kVA für die beiden 100 000 kVA-Transformatorengruppen verbleiben $(140\,246 + j\,55\,000)$ kVA. Die Impedanz der 66 kV-Uebertragung setzt sich zusammen aus derjenigen

des Transformators		$0{,}214 + j\,4{,}518$ Ohm und
der Freileitung		$1{,}50 \;+ j\,7{,}818$ Ohm
Total	$Z_{66} =$	$1{,}714 + j\,12{,}336$ Ohm für eine Leitung inkl. Transformator.

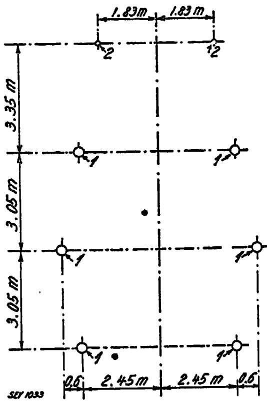


Fig. 36.
Leiteranordnung der 66 kV-Leitung.
1 = Leiter.
2 = Erdseile.

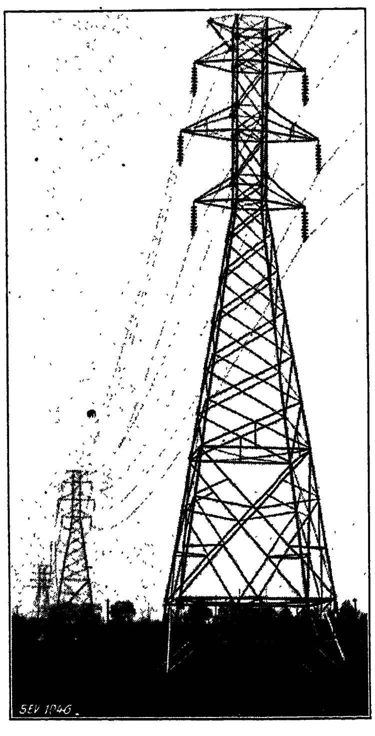


Fig. 37.
Leitung Plymouth-Meeting-Westmoreland.
66 kV-Tragmast.

Die Transformatorenspannung ist oberspannungsseitig bestimmt, 211,8 kV, und unterspannungsseitig im Unterwerk „Westmoreland" zu 68 kV gegeben. Die Sekundärspannung der Transformatoren ist je nach der Belastung für dieses Spannungsverhältnis mit Hilfe des Anzapfschalters einzustellen. – Wir nehmen sie in unserem Beispiel vorerst zu 74 kV an und berechnen die Empfangsspannung, die sich nach folgender Gleichung ergibt:

$$E_{eW} = E_{aP} - I\,Z_{66}.$$

Für 74 kV wird der Strom:

$$I' = \frac{140\,246 - j\,55\,000}{74} = (1900 - j\,740)\ \text{A}\ ^{32})$$

und die Impedanzspannung:

$$I\,\frac{Z_{66}}{2} = (1900 - j740)\,(0{,}857 + j6{,}168) = (6\,190 + j\,11066)\ \text{V},$$

also:

$$E'_{aP} = 74$$
$$I\,Z = \underline{\;6{,}19 + j\,11{,}066\;}$$
$$E'_{eW} = 67{,}81 - j\,11{,}06 = 68{,}71\ \text{kV}$$

und der Spannungsabfall = 74 – 68,71 = 5,29 kV. Beide sind also etwas zu hoch. Wir finden nun den korrigierten Spannungsabfall mit genügender Genauigkeit in der ersten Annäherung zu:

$$e = \frac{74}{68 + 5{,}29} \cdot 5{,}29 = 5{,}34\ \text{kV}$$

und damit die Sendespannung im Unterwerk „Plymouth-Meeting" zu:

$$E_{aP} = 68 + 5{,}34 = \underline{73{,}34\ \text{kV}.}$$

Bei Anschluss der Transformatoren auf der 220 kV-Seite an die zweite Anzapfstufe (209 kV) wird die benötigte sekundäre Zusatzspannung beim Uebersetzungsverhältnis von $\frac{69}{209}$:

$$73{,}34 - \frac{69}{209} \cdot 211{,}8 = 73{,}34 - 70 = 3{,}34\ \text{kV}$$

oder:

$$\frac{3{,}34}{70} = \underline{4{,}77\ \%.}$$

Da der Anzapfschalter nur in Stufen von $2\frac{1}{2}\,\%$ einstellbar ist, wird die zweite Stufe für eine Spannungserhöhung von 5 % in Frage kommen.

Der korrigierte Strom ist $\dfrac{140\,246 - j\,55\,000}{73{,}34} = (1915 - j\,750)$ A [32]).

Damit ergeben sich die Uebertragungsverluste der 66 kV-Leitung, einschliesslich der Transformatorenverluste, zu

$$I^2 \frac{Z_{66}}{2} = (1915^2 + 750^2)\,(0{,}857 + j\,6{,}168) = 3615 + j\,26100 \text{ kVA}.$$

Die in Philadelphia-Westmoreland eintreffende Leistung beträgt demnach:

Sendeleistung	140 246 + j 55 000 kVA
I^2 Z Verluste	3 615 + j 26 100 kVA
Empfangene Leistung	136 631 + j 28 900 kVA

Die Wirkleistung von 136 631 kW wird vom Philadelphia Electric System mit einem Leistungsfaktor von 85 % abgenommen. Die notwendige Kapazität der Synchronkondensatoren ergibt sich aus der Differenz der ankommenden Scheinleistung und der Netzlast, also:

$$136\,631 + j\,28\,900$$
$$-\ (136\,631 + j\,84\,900), \text{ entsprechend } 161\,000 \text{ kVA und } \cos\varphi = 0{,}85$$
$$-\ j\,56\,000 \text{ kVA Synchronkondensatorenleistung.}$$

Spannungs- und Leistungsverhältnisse bei normalem Betrieb.
(Zwei Leitungen zwischen Kraftwerk Conowingo und Unterwerk Plymouth-Meeting.) Tabelle III.

	Conowingo; Sendespannung 220 kV				*Plymouth-Meeting;* Hochspannung 210 kV minimum							*Philadelphia;* Spannung 68 kV, $\cos\varphi = 0{,}85$			
Anzahl Generatoren in Betrieb	Generatorenleistung			Anzahl 80 000 kVA Transform.	Empfangene Leistung			Hochspannung	Zusatz-Spannung %	Anzahl 100 000 kVA Transform.	Ins Koppelungsnetz	Empfangene Leistung			Synchronkondensatoren
	kW	j kVA	$\cos\varphi$		kW	j kVA	$\cos\varphi$	kV			kW + j kVA	kW	j kVA	$\cos\varphi$	kVA
1	36 000	17 400	0,90	1	35 500	36 000	0,71	217	2,7	1	—	34 600	26 000	0,80	−4 500
2	72 000	34 800	0,90	1	71 000	43 000	0,86	215,1	6,4	1	—	68 600	26 000	0,94	16 500
3	108 000	52 200	0,90	2	106 000	54 500	0,89	213,4	3,4	2	—	103 200	34 000	0,95	30 000
4	144 000	69 600	0,90	2	141 000	60 000	0,92	211,8	4,8	2	—	136 600	29 000	0,98	56 000
5	180 000	87 500	0,9	3	175 500	65 000	0,94	210	6,1	2	—	169 400	21 000	0,99	84 000
6	216 000	91 500	0,92	3	210 000	58 000	0,97	210	4,4	2	15 000 + j 6 500	188 000	-1 000	1	118 000
6	216 000	91 500	0,92	3	210 000	58 000	0,97	210	5,0	2	—	202 000¹)	-1 400	1	126 500
7	252 000	91 900	0,94	4	244 400	50 000	0,98	210	3,5	2	48 000 + j 6 500	189 000	-9 200	1	126 500
7	252 000	91 900	0,94	4	244 400	50 000	0,98	210	3,6	2	—	234 000¹)	-29 000	-0,99	174 000

¹) Die Transformatoren in Plymouth-Meeting werden überlastet; diese Ueberlastung ist im Winter bei niedriger Lufttemperatur oder bei Verwendung von künstlicher Ventilatorenkühlung dauernd zulässig.

In Tabelle III sind die wichtigsten Daten über das Verhalten der Kraftübertragung im normalen Betriebszustand zusammengestellt. Es zeigt sich, dass die Generatoren nur bis zu fünf Einheiten, 200 000 kVA, elektrisch voll ausgenützt werden können. Darüber hinaus muss die Blindleistung verringert, d. h. der Leistungsfaktor für die gegebenen Spannungsverhältnisse erhöht werden. Der Ladestrom kommt nur bei Betrieb mit einer Einheit ausgesprochen zur Geltung, in welchem Fall die Synchronkondensatoren am Leitungsende Magnetisierungsstrom aufnehmen müssen. Mit zunehmender Belastung erhöht sich der Leistungsfaktor am Empfangsende und beim Betrieb von sechs Einheiten an zieht sich der Punkt für $\cos\varphi = 1$ in die Uebertragung zurück. — Die Regulierung der Spannung in Philadelphia durch den Transformatorenanzapfschalter im Unterwerk „Plymouth-Meeting" genügt unter allen Belastungszuständen, so dass eine Umschaltung auf der 220 kV-Seite nicht notwendig ist. Die maximal benötigte Synchronkondensa-

torenleistung von 174 000 kVA beträgt 65 % der ausgenützten Generatorenkapazität. Sie nimmt mit zunehmender Wirklast stark zu (siehe Fig. 42).

Zusätzliche Synchronkondensatorenleistung bei Betrieb mit nur einer 220 kV-Leitung zwischen Conowingo und Plymouth-Meeting. Tabelle IV.

Anzahl Generatoren in Betrieb	Hochspannung im Unterwerk Plymouth kV	Fall A.[1] Sendespannung Conowingo = 220 kV konstant. Ebenso Belastungen ungeändert. Alle zusätzlichen Kondensatoren in Plymouth kVA	Sendespannung Conowingo erhöht bis 230 kV maximum kV	Sendespannung des Kraftwerkes wird bis 230 kV erhöht; übrige Spannungen bleiben ungeändert — Fall B.[1] Alle zusätzlichen Kondensatoren im Unterwerk Plymouth. Keine Aenderung der Transformat.-anzapf. nötig kVA	Fall C. Alle Kondensatoren, auch die zusätzlichen im Unterwerk „Westmoreland" Philadelphia — Gesamte benötigte Kondensatorenleistung kVA	Zusätzliche Kondensatorenleistung kVA	Zusatzspannung der Transformat. %	Empfangene Energie in Westmoreland-Philadelphia kW	Empfangene Energie in Westmoreland-Philadelphia *j* kVA
1	217	16 600	221,8	8 600	5 000	9 500	0,7	34 600	16 550 [3]
2	215,1	28 000	223	12 000	28 000	11 500	3,2	68 300	14 500 [3]
3	213,4	41 500	225	20 000	48 000	18 000	1,1	102 400	15 800
4	211,8	50 000	226	21 500	75 000	19 000	2,2	135 200	8 800
5	210	60 000	227	23 000	104 000	20 000	3,5	167 000	– 500
6	210	65 000	229,4	18 000	137 000 [2]	19 000	2,1	189 000	–20 000
6	210	65 000	229,4	18 000	140 000	14 000	2,9	198 500	–17 600
7	210	72 000	230	19 000	118 000 [2]	22 000	1,0	190 500	–30 000
7	210	72 000	230	19 000	188 500	14 500	1,1	288 800	–46 000

[1] Die Generatoren in Conowingo decken die zusätzlichen kW-Verluste der Leitung.
[2] Nur 200 000 kVA werden ins Philadelphia-Netz aufgenommen; der Ueberschuss wird ins Kuppelungsnetz abgegeben.
[3] Ein, statt zwei 100 000 kVA-Transformatoren im Unterwerk Plymouth-Meeting.

Die Tabelle IV zeigt die Verhältnisse und zusätzlichen Kondensatoren, wenn die gesamte Leistung nur von einer 220 kV-Leitung übertragen werden muss, wie das beispielsweise im Notbetrieb der Fall sein wird. Dabei wurden u. a. folgende Fälle vorgesehen:

A) Die Spannungsverhältnisse im Kraftwerk und in den Unterwerken, sowie die abgegebene Leistung sollen ungeändert bleiben. Die zusätzlichen Kondensatoren sind im Unterwerk „Plymouth-Meeting" unterzubringen. Die Deckung der vermehrten kW-Verluste der 220 kV-Leitung muss von den Generatoren übernommen werden. Die Verluste der Kondensatoren sind nicht zu berücksichtigen.

B) Wie unter *A)*; nur darf die Spannung im Kraftwerk Conowingo auf der Hochspannungsseite bis zu 230 kV erhöht werden.

C) Die zusätzlichen Kondensatoren sind nicht in „Plymouth-Meeting" anzuschliessen, sondern im Unterwerk in Philadelphia mit den andern unterzubringen. Die Spannung in Conowingo wird bis maximal 230 kV erhöht, in „Plymouth-Meeting" und Westmoreland dagegen gleich wie unter normalen Umständen gehalten.

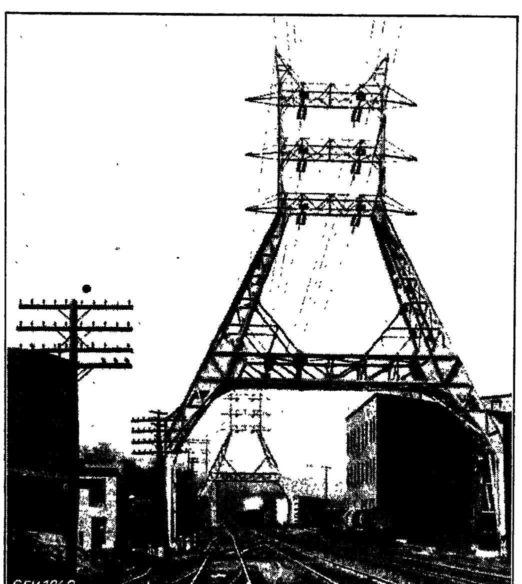


Fig. 38.
Leitung Plymouth-Meeting-Westmoreland.
66 kV-Spezialmast für vier Leitungen zu je 100 000 kVA.

Der Fall *A)* verlangt die grösste Leistung an zusätzlichen Kondensatoren. Sie steigt von 174000 kVA auf 246000 kVA und kommt so beinahe der Generatorenleistung gleich. Demgegenüber erreicht man bei einer Erhöhung der Sendespannung auf 230 kV, also keine 5 %, eine Ersparnis von 50000 kVA. Die zusätzliche Kondensatorengrösse in den Fällen *B)* und *C)* ist ungefähr von derselben Höhe. Mit Rücksicht auf die kleineren Verluste und den Einfluss auf die Stabilität wird man sie im Unterwerk „Plymouth - Meeting" installieren, sofern sich aus dem Unterwerk „Westmoreland" oder dem Netz der Philadelphia Electric keine Blindleistung mehr ziehen lässt. Bemerkenswert ist der Betrieb mit nur einer Einheit, wobei die empfangene Wirkleistung im Fall *C)* gleich wie unter normalen Verhältnissen bleibt, indem die vermehrten Verluste in der 220 kV-Leitung durch die geringen kW-Verluste in der 66 kV-Leitung aufgehoben werden. — Infolge der kleineren Scheinleistungen wird die benötigte Zusatzspannung der Transformatoren kleiner, wenn alle Kondensatoren im Unterwerk „Westmoreland", Fall *C)*, untergebracht werden (siehe dazu auch Fig. 42b).

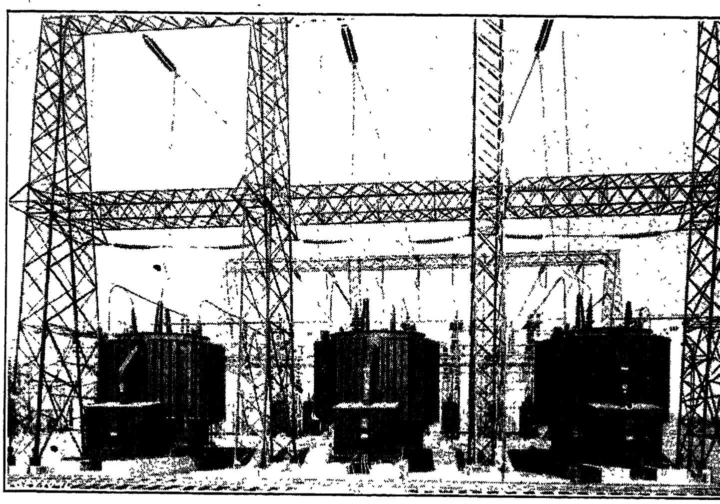


Fig. 39.
Unterwerk Plymouth-Meeting. Dreiphasen-Dreiwicklungstransformatorengruppe. 220/13,2/66 kV, 130000 kVA, 60 Per/sec, mit Anzapfschalter.

In Tabelle V sind die Verluste für den normalen Betrieb mit zwei Leitungen zusammengestellt. Es ist dabei interessant, die einzelnen Glieder der Uebertragung miteinander zu vergleichen. So weist z. B. die 93 km lange 220 kV-Leitung nur etwas mehr als die Hälfte der Verluste der bloss 16,5 km langen 66 kV-Leitung auf. Der Wirkungsgrad beträgt etwa 93 %, ohne Einschluss der Synchron-

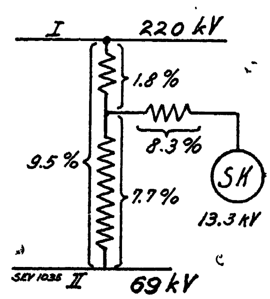


Fig. 40.
Impedanzen eines 100000 kVA-Dreiwicklungstransformators in Plymouth-Meeting.

Verluste der Kraftübertragung bei normalem Betrieb mit zwei 220 kV-Leitungen.

Tabelle V.

Anzahl Generatoren in Betrieb	Conowingo-Generatoren		Energie in Philadelphia		Uebertragungsverluste		Verlustverteilung in %			
	Leistung kW	cos φ	kW	cos φ	kW	%	Conow. Transform.	220 kV Leitung	Plym. Transf.	66 kV Leitung
1	36 000	0,90	34 600	0,80	1 400	3,9	23	8	27	42
2	72 000	0,90	68 600	0,94	3 400	4,7	18,5	13,5	18	50
3	108 000	0,90	103 200	0,95	4 800	4,5	20	22	19	39
4	144 000	0,90	136 600	0,98	7 400	5,1	17	25	16	42
5	180 000	0,90	169 400	0,99	10 600	5,6	15	28	14	43
6	216 000	0,92	202 000	1	14 000	6,5	14	27[1]	14	45
7	252 000	0,94	234 000	– 0,99	18 000	7,3	12	29	11	49

[1]) Rückgang infolge des höheren Leistungsfaktors.

kondensatoren. Die Verluste der Kondensatoren belaufen sich, je nach der Grösse und verwendeten Konstruktion, bei der maximalen Belastung von 174 000 kVA auf etwa 3000 kW. Der Gesamt-Wirkungsgrad der Kraftübertragung beträgt also ungefähr 91½ %.

E. Die Grenzleistungen.

Die maximale, stabile Leistung, welche die Kraftübertragung bei 220 kV Endspannung liefern könnte, ergibt sich aus Gleichung 37 zu:

$P_{e\,max} = (n - l)\ E^2 = (0{,}021\,796 - 0{,}003\,764) \cdot 220\,000^2 = 870\,000$ kW pro Leitung.

Diese Leistung bezieht sich nur auf die Hochspannungsleitung allein. Für die Energielieferung nach Philadelphia sind aber die Impedanzen der Transformatoren und Synchronmaschinen miteinzuschliessen. Ausserdem ist es infolge der Ungleichförmigkeit des Betriebes und der vorkommenden Störungen, wie wir gesehen haben, nicht angängig, die Leitung bis zur Stabilitätsgrenze zu belasten. Die verschiedenen Faktoren, die hier hineinspielen, wurden im Abschnitt über die dynamische Stabilität eingehend diskutiert. Bei der Projektierung von „Conowingo" wurde denn auch auf dieselben Rücksicht genommen und die Generatoren, das Erregersystem, die Transformatoren und der Relaisschutz entsprechend ausgeführt. Bei der Erwägung des zulässigen Betriebswinkels der Endspannungen, für die Bestimmung der Nennleistung, wurden zudem auch die Arten der voraussichtlichen Störungen, die lokalen Erdverhältnisse und vor allem der Grad der gewünschten Betriebszuverlässigkeit in Rechnung gebracht. Auf Grund dieser Vorstudien schien die Wahl eines Spannungswinkels zwi-

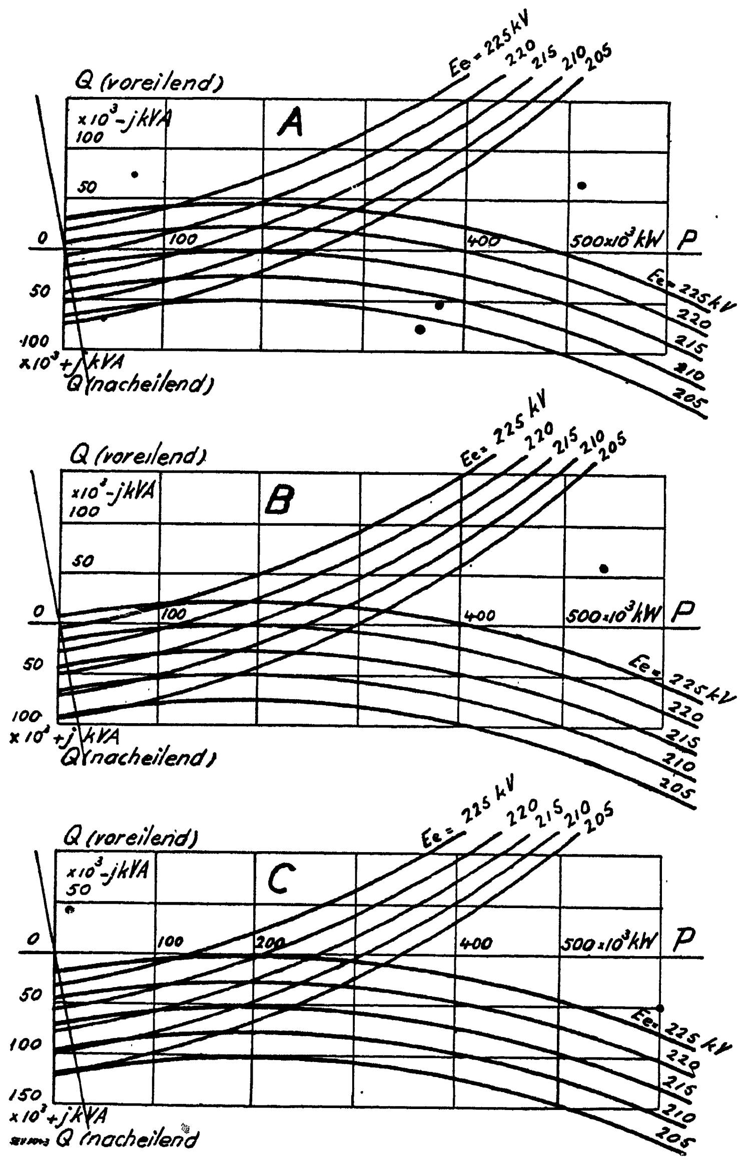


Fig. 41.
Sende- (konkav nach oben) und Empfangskreise (konkav nach unten) der 220 kV-Leitung Conowingo-Plymouth-Meeting.

A E_a = 220 kV konstant. E_e = veränderlich.
B E_a = 225 kV konstant. E_e = veränderlich.
C E_a = 230 kV konstant. E_e = veränderlich.

schen dem 66 kV-Vektor im Unterwerk „Plymouth-Meeting“ und der internen Generatorenspannung in Conowingo von 40° angezeigt.

Die zulässige Betriebsleistung wird damit bei 220 kV Endspannung und der Generatorenreaktanz von $X_{\text{streuung}} = 21\,\%$, 300 000 kW. — Vergleiche dazu Fig. 12.

Die Uebertragung der Generatorenleistung von 7 Maschinen, 252 000 kW über eine einzige Leitung ist somit ohne weitere Massnahmen zulässig.

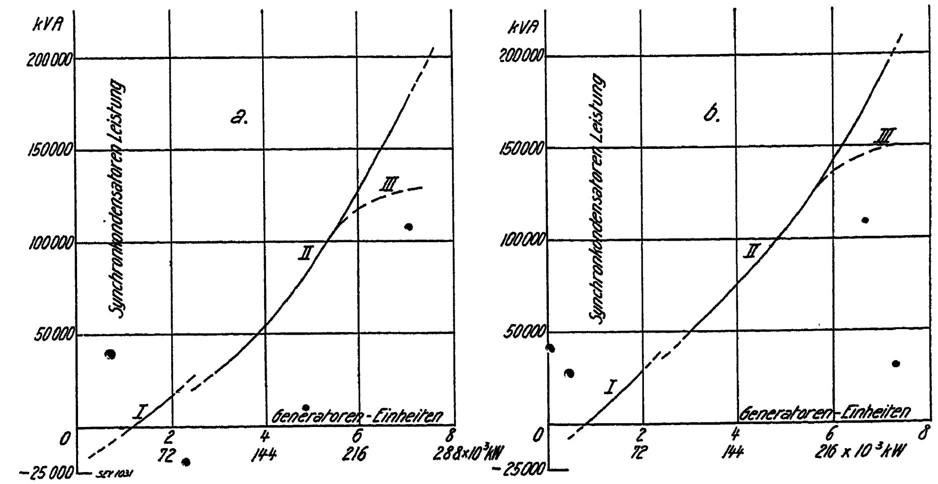


Fig. 42.
Abhängigkeit der Kondensatorenleistung am Empfangsende (Philadelphia) von der Belastung.
(Leistungsfaktor des Netzes cos φ = 0,85.)
a Zwei 220 kV-Leitungen in Betrieb. *b* Eine 220 kV Leitung in Betrieb (Fall „C“).
Kurven I: Ein 100 000 kVA-Dreiphasentransformator in Plymouth-Meeting in Betrieb.
Kurven II: Zwei 100 000 kVA-Dreiphasentransformatoren in Plymouth-Meeting in Betrieb.
Kurven III: Bei Abgabe der Ueberschussenergie in das Koppelungsnetz.

F. Das Verhalten bei Störungen.

Die Methode der symmetrischen Komponenten.[33])

Ein ausgezeichnetes Mittel zur Berechnung von Strom und Spannung bei Störungserscheinungen bietet die Methode der symmetrischen Komponenten. Diese Methode beruht auf dem von C. L. Fortescue gefundenen Prinzip, dass sich irgend drei Vektoren (Strom oder Spannung) eines Dreiphasensystems in je drei Komponentengruppen zerlegen lassen, von denen zwei immer symmetrisch sind, die dritte aber immer aus drei Vektoren von gleicher Grösse und Phase besteht. Diese Vektorengruppen sind von Fortescue als „die Komponenten der positiven, negativen und neutralen Phasenfolge“ bezeichnet worden.

Bei der Annahme der positiven Richtung im Gegenuhrzeigersinn eilt im positiven Vektorbild die Phasenkomponente „*B*“ derjenigen von „*A*“ um den Winkel von 120° nach; im negativen Vektorbild um 120° vor. Die Bezeichnungsfolge geht aus Fig. 43 hervor, in welcher z. B. die Komponentengruppen für ein Stromdiagramm nach Fig. 44 dargestellt sind.

Auf ein geerdetes oder Vierleiter-Dreiphasensystem bezogen ergibt sich, dass in jedem Augenblick die eine positive bzw. negative Komponente in einer Phase gleich der Summe der positiven bzw. negativen Komponenten in den beiden andern Phasen ist. Jede Gruppe für sich ist balanciert; es fliesst auch kein äusserer Strom,

[33]) C. F. Fortescue: "Method of Symmetrical Co-ordinates applied to the Solution of Polyphase Networks“, Trans. A. I. E. E. 1918, Part. 2, S. 1027.
V. Karapetoff: „Experimental Electrical Engineering“, 2. Aufl. 1927, Bd. II, S. 118 bis 132.
L. G. Stokvis, Electrical World 1915, Vol. 65, S. 1111.

aber für die Summe der positiven und negativen Komponenten der einzelnen Phasen resultiert eine Unsymmetrie der einzelnen Phasenströme. Die Verhältnisse ändern sich durch Einführung der neutralen Komponenten. Da dieselben von gleicher Grösse und Phase sind, addieren sie sich arithmetisch und sind gezwungen, als Summenstrom durch den gemeinsamen Nulleiter, bezw. Erde, zu ihrem Ursprung zurückzukehren [34].

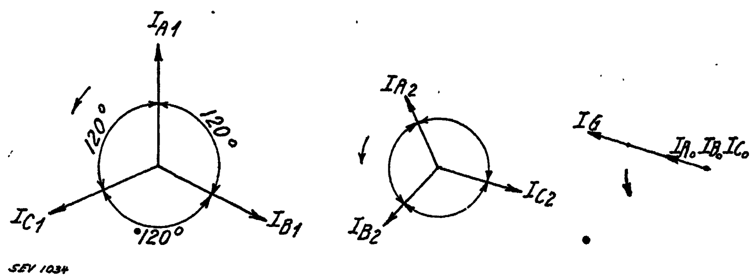


Fig. 43.

a) Positives Vektorbild. *b)* Negatives Vektorbild *c)* Neutrales Vektorbild.

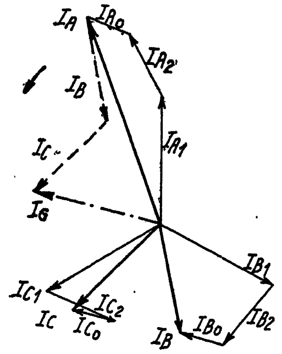


Fig. 44.
Stromdiagramm eines unbalancierten, geerdeten Dreiphasensystems.

Es werden, wie aus obiger Darlegung hervorgeht, deshalb bei Berechnung von dreiphasigen Kurzschlüssen nur die positiven, bei zweiphasigen Kurzschlüssen die positiven und negativen und bei Erdschlüssen die positiven, negativen und neutralen Komponentengruppen benötigt.

Das Netzbild zur Berechnung der positiven Komponenten entspricht genau dem üblichen Bild für die Berechnung von Dreiphasen-Kurzschlüssen. Das negative Netzbild ist mit dem positiven identisch, nur muss die Anfangsimpedanz der Synchronmaschinen zu 73% des vorherigen Wertes eingesetzt werden. Für die Berechnung der neutralen Komponente müssen nur diejenigen Netzteile in Betracht gezogen werden, durch die ein Erdschlusstrom fliessen kann. Die Anfangsimpedanz der Synchronmaschinen (Generatoren, Kondensatoren usw.) ist hierin ca. 27%, dagegen muss für eine Freileitung die Impedanz zum drei- bis vierfachen Wert der normalen Impedanz genommen werden, währenddem sie sich für Kabel, je nach deren Konstruktion, oft auf einen Bruchteil reduziert. [35]).

[34]) Die einzelnen Komponenten verhalten sich so, wie wenn an der Fehlerstelle eine metallische Verbindung zwischen allen drei Phasen bestände. Bei Bildung der Summe heben sie sich jedoch teilweise auf, so dass das Ergebnis den wirklichen Verhältnissen entspricht.

[35]) *Symmetrische Reaktanz in % des normalen Wertes für Synchronmaschinen.*

für Berechnung des:	Indepedanzkomponente in % des normalen 3-phasigen Wertes		
	Z_1 (positive)	Z_2 (negative)	Z_0 (neutrale)
Anfangskurzschlusses	100	73	27
Dauerkurzschlusses:			
a) Hydroelektrische Generatoren . .	100	35	15
b) Turbo-Generatoren	100	15	5

Die „positive" und „negative" Reaktanz einer Leitung ist unverändert, d. h. gleich der normalen, dreiphasigen; dagegen hängt die „neutrale" Reaktanz von der Leiteranordnung und dem Abstand (*h*) der Rückleitung in der Erde bzw. Kabelmantel ab. — Für Freileitungen lässt sie sich nach folgender Formel berechnen: $X_0 = 0{,}00875\ f \log_{10} \frac{h}{R_0}$ Ohm/km Phase.

f = Periodenzahl; R_0 = äquivalenter, mittlerer, geometrischer Radius der Leiter; h = Abstand des ideellen Rückleiters von den Leitern, ist zu 1000 bis 1500 m im Mittel anzunehmen. — Da die Reaktanz mit dem Logarithmus von h dividiert durch R_0 ändert, haben selbst sehr grosse Abweichungen des angenommenen h vom wirklichen Wert nur einen kleinen Einfluss. Meistens ist es genau genug, die neutrale Impedanz einer Freileitung zum Vierfachen der gewöhnlichen Impedanz zu nehmen.

Die Bestimmung der Ströme zum Relaisschutz und zur Schalterwahl und der Einfluss der Reaktanz von Kondensatoren und Transformatoren auf die Stabilität.

Das Betriebsschema, das unserer Betrachtung zugrunde gelegt wird, ist mit den zugehörenden Angaben in Fig. 45 gegeben. Als Störung ist ein Erdschluss in einer der 220 kV-Leitungen in der Nähe vom Unterwerk „Plymouth-Meeting" angenommen (bei *K*). Ueberdies werden noch folgende Annahmen getroffen:

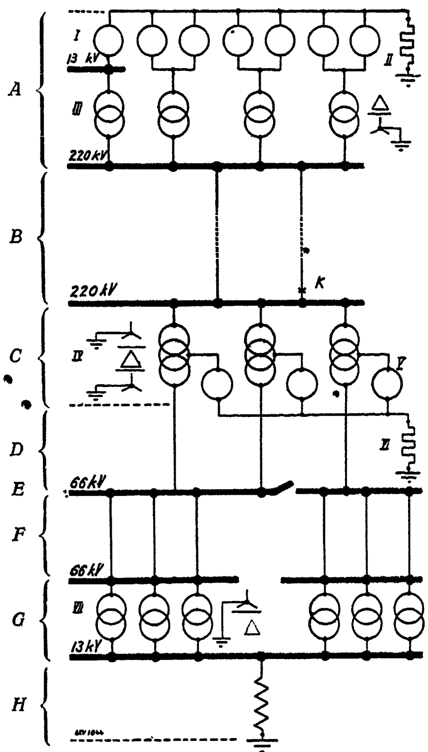


Fig. 45.
Betriebsschema der Kraftübertragung Conowingo-Philadelphia, für welches die Betrachtungen unter F (Seite 535) durchgeführt wurden. Es sind darin bereits Anlagen berücksichtigt, welche z. Z. noch im Bau oder erst projektiert sind.

A *Hydroelektrisches Kraftwerk Conowingo.*
I 7×40 000 kVA-Generatoren; Reaktanz je 62,5%.
II Erdungswiderstand 4 Ω. Dimensionierung: 2000 A während 1 min.
III 4×80 000 kVA-Transformat. 13,8/220 kV; Reaktanz je 12,5%.

B *Zwei Freileitungen 220 kV.*
Länge 93 km; Normale Betriebsleistung je 125 000 kW; Reaktanz pro Phase 10%.
Reaktanz pro Phase für neutrale Komponente 32,8%.

C *Unterwerk Plymouth-Meeting.*
IV 3×100 000 kVA-Dreiwicklungstransformatoren.
Reaktanzen (s. Fig. 40): Oberspannung zu Unterspg. 9,5%.
Oberspg. zu Tertiärwicklung 10,1%.
Unterspg. zu Tertiärwicklg. 16,0%.
V 3×(20 000 oder 30 000) kVA-Synchronkondensatoren; Reaktanz zu 0, 100, 200 und ∞% angenommen.
VI Erdungswiderstand 4 Ω, wie II.

D *Drei Freileitungen 66 kV.*
Länge 16,5 km; Nennleistung je 100 000 kVA; Reaktanz pro Phase 17,2%.
Reaktanz pro Phase für neutrale Komponente 100%.

E *Unterwerk Westmoreland.*

F *Sechs Kabelleitungen 66 kV.*
Länge 8,5 km; Nennleistung je 50 000 kVA; Reaktanz pro Phase 4,1%.
Reaktanz pro Phase für neutrale Komponente 2,6%.

G *Thermisches Kraftwerk Schuylkill.*
VII 6×60 000 kVA Transformatoren; Reaktanz je 14,1%.

H *Philadelphia Electric System, Philadelphia.*
Aequivalent des Systems (Kraftwerke und Verteilnetz); Reaktanz bestimmt zu 10,5%.
Alle Reaktanzen beziehen sich auf 100 000 kVA.

Der Vergleich ist für Synchronkondensatoren mit nachstehenden Reaktanzwerten, auf 100 000 kVA bezogen, durchzuführen: 1. 0 %, d. h. unendlicher Leistung; 2. 100 %; 3. 200 % und 4. ∞ Reaktanz, d. h. keine Kondensatoren in Plymouth-Meeting.

Als Rechnungsbeispiel wählen wir den Fall mit 100 %, entsprechend beispielsweise der Verwendung von drei Synchronkondensatoren von je 20 000 kVA und 20 % Reaktanz. — Bei der Durchrechnung ergeben sich, ausser den gesuchten Werten, auch die Ströme für den dreiphasigen Kurzschluss ohne weiteres.

Der Bezugsstrom wird bei einer Bezugsbasis der Reaktanzen auf 100 000 kVA und 220 kV:

$$I_n = \frac{\text{kVA}}{\sqrt{3} \cdot \text{kV}} = \frac{100\,000}{\sqrt{3} \cdot 220} = 262 \text{ A.}$$

Aus dem Anlageschema, Fig. 45, ergibt sich zur Berechnung der positiven Stromkomponenten das Netzbild nach Fig. 46.

Die einzelnen Ströme berechnen sich mit Hilfe der resultierenden Reaktanzen zu:

$$\text{Conowingo Zweig } I = \frac{100 \cdot I_n}{Z_{\text{Zweig}}} = \frac{100 \cdot 262}{17{,}2} = 1520 \text{ A.}$$

$$\text{Kondensatoren und Philadelphia Zweig } I = \frac{100 \cdot 262}{\dfrac{36{,}1 \cdot 21{,}83}{36{,}1 + 21{,}83} + 0{,}6} = 1850 \text{ A.}$$

Totaler positiver Kurzschlusstrom 1520 + 1850 = 3370 A.

Der Gesamtstrom und die Zweigströme sind in Fig. 47 eingezeichnet. Sie haben alle eine Nacheilung von 90° und sind deshalb mit dem $-j$ Vorzeichen zu versehen. Diese „positiven" Ströme sind, auf 220 kV bezogen, die wirklichen Ströme bei direktem dreiphasigem Kurzschluss.

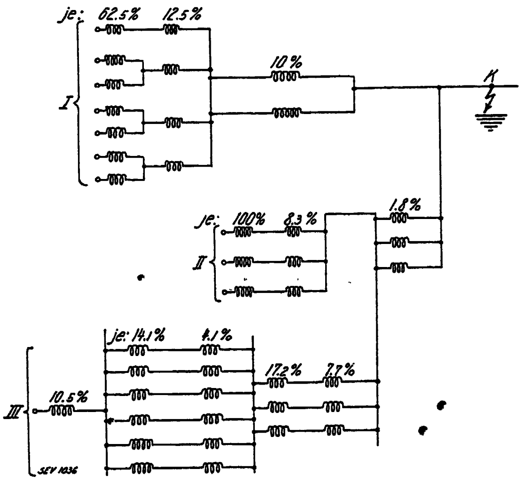


Fig. 46. Positives Netzschema.
I Conowingo Zweig.
II Kondensatoren Zweig.
III Philadelphia Zweig.
Erdschluss bei *K*.

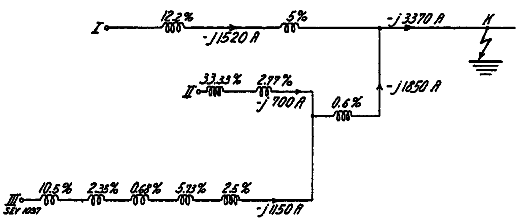


Fig. 47.
Ströme und Rektanzen des vereinfachten positiven Netzes.
I Conowingo Zweig.
II Kondensatoren Zweig.
III Philadelphia Zweig.
Erdschluss bei *K*.

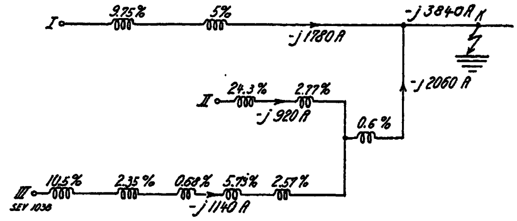


Fig. 48.
Ströme und Reaktanzen des vereinfachten negativen Netzes.
I Conowingo Zweig.
II Kondensatorenzweig.
III Philadelphia Zweig.
Erdschluss bei *K*.

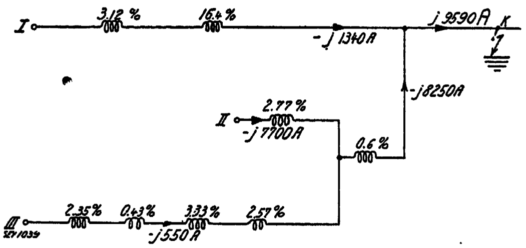


Fig. 49.
Ströme und Reaktanzen des vereinfachten neutralen Netzes.
I Conowingo Zweig.
II Kondensatorenzweig.
III Philadelphia-Zweig.
Erdschluss bei *K*.

Das negative Netzbild ist dem positiven gleich, mit Ausnahme der auf 73 % reduzierten Reaktanzen der Generatoren und Kondensatoren; also 45,6 % statt 62,5 %, bzw. 73 % statt 100 %. Das Ergebnis ist in Fig. 48 gegeben.

Das Netzbild der neutralen Komponente ist von den beiden vorigen insofern verschieden, als dass die Reaktanzen der Generatoren, Kondensatoren und diejenige des Philadelphia-Systems unterhalb 66 kV infolge der Schaltung ausscheiden. Die Reaktanz der Freileitung und der Kabelleitung müssen entsprechend den (in Fig. 45) gegebenen Werten erhöht bzw. verringert werden. Das Resultat ist Fig. 49.

Bei Kenntnis der einzelnen unabhängigen Fehlerstromkomponenten lassen sich die einzelnen Impedanzen bei Bezug auf die gleiche Basis, in unserem Fall 100000 kVA, wie folgt finden:

$$Z\,\% = \frac{100\ I_n}{\text{Fehlerstromkomponente}} \qquad \text{also:}$$

$$\text{positive Impedanz} \quad Z_1 = \frac{100 \cdot 262}{3370} = 7{,}78\,\%$$

$$\text{negative Impedanz} \quad Z_2 = \frac{100 \cdot 262}{3840} = 6{,}83\,\%$$

$$\text{neutrale Impedanz} \quad Z_0 = \frac{100 \cdot 262}{9590} = 2{,}73\,\%.$$

Mit diesen Impedanzen bzw. Reaktanzen — der Ohmsche Widerstand wurde vernachlässigt — lässt sich die wirkliche positive Komponente des Fehlerstromes berechnen. Wird die Spannung der Phase „A" E_A als Referenzvektor angenommen,

so ist: $$I_{A1} = \frac{E_A}{Z_1 + Z_2 + Z_0} \text{ A, wenn } Z \text{ in Ohm,}$$

oder auch: $$I_{A1} = \frac{100 \cdot I_n}{Z_1 + Z_2 + Z_0} \text{ A, wenn } Z \text{ in \% und gleicher Basis wie } I_n$$

eingesetzt wird.

Aus I_{A1} lassen sich alle übrigen Komponenten ableiten. Es bestehen die Beziehungen (siehe Diagramme Fig. 43 und 44):

Positive Komponenten: $I_{A1} = a\,I_{B1} = a^2\,I_{C1}$; $I_{B1} = a^2\,I_{A1} = a\,I_{C1}$; $I_{C1} = a\,I_{A1} = a^2\,I_{B1}$.
Negative Komponenten: $I_{A2} = a^2\,I_{B2} = a\,I_{C2}$; $I_{B2} = a\,I_{A2} = a^2\,I_{C2}$; $I_{C2} = a^2\,I_{A2} = a\,I_{B2}$.
Neutrale Komponenten: $I_{A0} = I_{B0} = I_{C0}$, die alle in Phase sind, so dass der Erdschluss-Strom wird: $I_G = I_{A0} + I_{B0} + I_{C0} = 3\,I_{A0} = 3\,I_{B0} = 3\,I_{C0}$ oder auch $= I_A + I_B + I_C$, denn die Phasenströme sind:

$$I_A = I_{A1} + I_{A2} + I_{A0}$$
$$I_B = I_{B1} + I_{B2} + I_{B0}$$
$$I_C = I_{C1} + I_{C2} + I_{C0}$$

$a = (-0{,}5 + j\,0{,}866)$ ist der Rotationsfaktor der Vektoren für 120°.

Aus den gegebenen Gleichungen lässt sich bei einem direkten Erdschluss in Phase „A" die Beziehung ableiten:

$I_{A1} = I_{A2} = I_{A0} = I_{B0} = I_{C0}$, so dass wird: $I_A = 3\,I_{A1} = I_G$, dem Erdschlusstrom.

Auf unser Beispiel angewendet wird somit:

$$I_{A1} = \frac{100 \cdot 262}{7{,}78 + 6{,}83 + 2{,}73} = \frac{26200}{17{,}34} = 1510 \text{ A}$$

und der Erdschlusstrom: $I_G = 3\,I_{A1} = \underline{4530 \text{ A.}}$

Daraus lassen sich die verschiedenen Komponenten und die Gesamtströme in den einzelnen Zweigen und, unter Berücksichtigung der betreffenden Spannungen, der tatsächlich auftretende Strom in jeder Phase berechnen. Diesen wirklichen Strömen entsprechend sind die Relais und Schalter zu bemessen und für ein folgerichtiges Arbeiten einzustellen.

Es kann vorkommen, dass bei gewissen Leitungsnetzen der Einfluss des Ohmschen Widerstandes, der Kapazität und des Belastungsstromes so gross ist, dass er nicht vernachlässigt werden darf. Eine genaue Rechnung lässt sich in diesen Fällen unter Verwendung der symmetrischen Komponenten und mit Hilfe der Leitungskonstanten, anstatt der Reaktanz, durchführen[36]).

Für die Stabilität und die durchgehende Leistung ist die „positive Spannung" am Fehlerort massgebend. Um diese zu finden, kann die einphasige, unsymmetrische

36) Evans and Wagner, Trans. A. I. E. E. 1926, S. 73.

Belastung des Erdschlusses durch eine äquivalente dreiphasige Last ersetzt werden, welche genau dieselben positiven Spannungskomponenten zur Folge hat. Die Impedanz der dreiphasigen äquivalenten Fehlerbelastung ist gleich der Summe der negativen plus neutralen Impedanz: [37])

$$Z_{F1} = Z_2 + Z_0,$$

in unserem Fall: $Z_{F1} = 6{,}83 + 2{,}73 = 9{,}56\ \%.$

Damit ergibt sich das Verhältnis der positiven Spannungen am Fehlerort zu derjenigen im Generator zu:

$$\frac{E_{F1}}{E_{Gen.}} = \frac{Z_2 + Z_0}{Z_1 + Z_2 + Z_0} = \frac{9{,}56}{17{,}34} = 0{,}5513.$$

Mit andern Worten: Die positive Spannung im Unterwerk „Plymouth-Meeting" fällt bei einem direkten Erdschluss in einer der 220 kV-Leitungen auf 55,13 %; wenn Synchronkondensatoren mit einer Reaktanz von 100 % auf 100000 kVA bezogen, oder z. B. 3 × 20000 kVA-Einheiten mit $X = 20\ \%$, verwendet werden.

In Tabelle VI ist das Resultat für die verschiedenen angenommenen Reaktanzen der Synchronkondensatoren und den Fall der dreifachen Reaktanz der Transformatoren-Hochspannungswicklung zusammengestellt worden.

Einfluss der Reaktanz von Synchronkondensatoren und Transformatoren auf Strom und Spannung bei Kurzschlüssen.

Tabelle VI.

Reaktanz der Transformatoren-Hochspannungswicklung %	Reaktanz [1]) der Synchron-Kondensatoren %	Dreiphasen-Kurzschlusstrom A	Strom bei direktem einphasigen Erdschluss A	Positive Spannung am Fehlerort bei direktem Erdschluss % [4])
1,8	∞ [2])	2 740	3 720	54,4
	200	3 040	4 140	54,6
	100	3 370	4 530	55,1
	0 [3])	10 220	10 080	67,0
5,4	∞ [2])	2 630	3 465	55,8
	200	2 940	3 840	56,3
	100	3 220	4 170	57,0
	0 [3])	7 720	7 650	66,8

[1]) 100000 kVA Basis.
[2]) Keine Kondensatoren.
[3]) Kondensatoren unendlicher Leistung.
[4]) % der normalen Spannung.

Die Folgerungen aus diesen Ergebnissen können kurz folgendermassen zusammengefasst werden:

Die Reaktanz der Kondensatoren, insbesondere im Bereich heute üblicher Konstruktionen, hat einen verhältnismässig kleinen Einfluss auf die Hochhaltung der Spannung bei Kurzschlüssen. Die höhere Transformatorenimpedanz hat hier einen günstigen Einfluss. Es folgt auch, dass die Zweckmässigkeit eines mehr oder weniger direkten Anschlusses der Kondensatoren an die Leitung in grossem Masse von deren Leistungsfähigkeit abhängt [38]). Bei Verwendung von Dreiwicklungstransformatoren wird man selbstverständlich bestrebt sein, die Reaktanz der Hochspannungswicklung niedrig zu halten, da sie eine Serieimpedanz im Stromkreis der Uebertragung bildet und dazu beiträgt, die übertragbare Leistung zu begrenzen.

[37]) Trans. A. I. E. E. 1926, S. 79. – Ein einphasiger Kurzschluss zwischen zwei Leitern lässt sich durch eine äquivalente, symmetrische Fehlerbelastung an der Kurzschlusstelle ersetzen, deren Impedanz gleich der negativen Komponente ist; also $Z_F = Z_2$.

[38]) Die Kondensatoren in Plymouth-Meeting besitzen eine Leistung von je 30000 kVA. Sie sind grosser Ueberlastung fähig und imstande, ihre Leistung um 45000 kVA (von 10000 auf 55000 kVA) innert ½ Sekunde zu erhöhen.

G. Besondere Eigenschaften der Conowingo-Leitung.

Zur Vervollständigung des Bildes dieser Kraftübertragung seien noch folgende Angaben, die von allgemeinem Interesse sind, hinzugefügt:

Die *Spannungserhöhung,* welcher die Leitung am Ende, bei offenen Schaltern im Unterwerk „Plymouth-Meeting" unterworfen ist, berechnet sich nach Gleichung 12 zu 221 kV bei 220 kV Sendespannung. Sie ist also ohne Bedeutung.

Die *Ladeleistung* dagegen fällt mehr ins Gewicht. Der Ladestrom ist bei 220 kV 38 A, was einer voreilenden Scheinleistung von 14500 kVA pro Leitung entspricht.

Der *Schutz gegen Spannungs- und Drehzahlzunahme* bei plötzlicher Entlastung. Das Oeffnen der Schalter im Unterwerk in Philadelphia hat eine bedeutende Spannungszunahme im Hauptwerk zur Folge. Die Spannung nimmt infolge Wegfallens des Generatoren- und Transformatorenabfalls und der Wirkung des stark zur Geltung kommenden Ladestromes zu. Eine weitere Erhöhung tritt ausserdem durch die Zunahme der Drehzahl der Generatoren und Erreger ein. Der in der Praxis vorkommende ungünstigste Fall ergibt sich, wenn zwei Generatoren, die über die beiden Leitungen vollbelastet arbeiten, durch Oeffnen der Schalter am Ende entlastet werden. Bei einer um 33 % gesteigerten Drehzahl, die innert 4 bis 5 Sekunden erreicht wird, steigt die Spannung auf 190 % des normalen Wertes, also 420000 V, an. Schutzmittel dagegen bieten Ueberspannungs-, Drehzahl- oder Frequenzrelais in Verbindung mit rasch auslösenden Schaltern. Die Ueberspannung lässt sich dadurch — Abschaltung innert einer Sekunde — auf 40 bis 50 % reduzieren.

Die erwarteten *atmosphärischen Ueberspannungen* können in gewissen Fällen die Isolationsfestigkeit der Leitung erreichen. Die 3 Meter langen, aus 14 Gliedern bestehenden Isolatorenketten schlagen bei einer Spannung von 2 Millonen V und einer Wellenstirn von 16 m über. Kraftwerk und Unterwerk wurden deshalb nach reiflicher Ueberlegung und Untersuchungen als erste Anlage dieser hohen Spannung mit Drosselspulen und 220 kV Ueberspannungsableitern ausgerüstet.

Das *Relais-Schutzsystem* der 220 kV-Leitungen wird durch zwei voneinander unabhängigen Relaissätzen gebildet, wovon die eine Gruppe gegen Phasen-, die andere gegen Erdschlüsse dient.

Der Phasenschutz jeder Leitung besteht aus drei polarisierten Impedanzrelais. In der Regel genügt es, diese Relaisart für einen Ansprechstrom einzustellen, der etwas über dem Vollaststrom liegt. Bei grossem Leistungsbereich, wie in vorliegender Anlage, kann es aber vorkommen, dass der Kurzschlusstrom bei minimaler Generatorenleistung nur einen Bruchteil, hier z. B. die Hälfte, des normalen Leitungsstromes bei maximaler Generatorenleistung beträgt. Um ein korrektes Arbeiten des Impedanzrelais zu erreichen, wird dasselbe deshalb von einer Detektorkombination gesteuert, die sich aus drei momentan ansprechenden Unterspannungsrelais, drei momentan ansprechenden Ueberstromrelais und einem Hilfsrelais zusammensetzt. Das Hilfsrelais hält bei normalen Betriebsverhältnissen die Stromspule des Impedanzrelais kurzgeschlossen. Je nachdem nun ein Phasenschluss bei minimaler oder maximaler angeschlossener Generatorenleistung auftritt, funktionieren die Unterspannungs- bzw. Ueberstromrelais und geben durch Auslösen des Hilfsrelais das Impedanzrelais frei.

Ein besonderer Sicherungsschutz für den Fall des Versagens eines der obengenannten Relais wurde nicht vorgesehen. Einen solchen bieten immerhin die Maximalrelais der Transformatoren.

Zum Schutz gegen Erdschluss ist jede Leitung mit einem doppelpoligen, abhängigen Zeitrelais, einem polarisierten Maximalstromrelais und einem einfachen Zeitrelais mit besonders flacher Charakteristik ausgerüstet. Jedes dieser Relais hat einen bestimmten, bevorzugten Arbeitsbereich. Zugleich wirken sie gegenseitig als Sicherungsschutz. Ihre Arbeitsweise ist folgende:

Das doppelpolige Zeitrelais wird so angeschlossen, dass der eine Pol vom Summenstrom der drei Leitungsstromwandler erregt wird, während der andere Pol

vom Sekundärstrom aller parallel geschalteter Nulleiterwandler der 220 kV-Transformatoren gespiesen wird. Dadurch wird das Relais selektiv, denn der grössere Anteil des Erdschlusstromes rührt stets von demjenigen Transformator bzw. Transformatorengruppe her, die dem Fehlerort am nächsten liegt. Zudem ist das Relais auch polarisiert, indem die jeweilige momentane Stromrichtung im Summenstrom der Leitung umkehrt, je nachdem sich der Erdschluss vor oder hinter der Anschlussstelle befindet. Die Polarität der Spule, die vom sekundären Nulleiterstrom durchflossen wird, bleibt sich dagegen gleich.

Dieses Relais ist durchaus selektiv und spricht bei allen Erdschlüssen an. Um jedoch die Auslösezeit bei hohem Fehlerstrom zu verringern, wird es von einem momentan ansprechenden Maximalrelais unterstützt. Letzteres ist mit einem Richtungselement versehen und im Summenstromkreis der Leitungswandler angeschlossen.

Die rasche Abschaltung bei geringem Fehlerstrom wird durch das Zeitrelais mit flacher Charakteristik (Magnettyp) besorgt. Dasselbe wird vom Summenstrom der Instrumentstromwandler der Leitung gespiesen. Es betätigt die Schalter durch eine besondere Hilfsauslösespule.

Der Strom für die Relais wird von den Durchführungsstromwandlern der Schalter geliefert. Die Spannung wird in „Plymouth-Meeting" von separaten Spannungswandlern, in Conowingo dagegen von den Durchführungsisolatoren abgenommen, die zu diesem Zweck als Spannungskondensatoren ausgebildet sind.

Die *Kurzschlussleistungen* im Kraftwerk und in den Unterwerken sind sehr hoch. Sie können bei Kurzschlüssen in der Nähe der 220 kV-Sammelschienen in der Zentrale Conowingo $2^1/_2$ Millionen kVA, im Unterwerk „Plymouth-Meeting" sogar $3^1/_2$ Millionen kVA erreichen.

Die Sorgfalt und Planmässigkeit, mit welcher eine Kraftübertragung mit Rücksicht auf die *Stabilität* projektiert und gebaut werden muss, wird deutlich veranschaulicht, wenn man die Folgen prüft, welche die Installierung einer 66 kV-Sammelschiene zur Energieabgabe im Unterwerk „Plymouth-Meeting" haben kann.

Es ist sogleich ohne weiteres ersichtlich, dass durch die Sammelschiene, bei einem Kurzschluss in einer der 66 kV-Leitungen, alle andern parallelen Leitungen unmittelbar in Mitleidenschaft gezogen werden. Dadurch wird die gesamte Spannung im Unterwerk in der Höhe so stark vermindert und der Phasenwinkel der Endspannungen so rapid vergrössert, dass das System ausser Synchronismus fällt, bevor eine Abschaltung des fehlerhaften Teils möglich ist. Bei getrennter Führung der einzelnen 66 kV-Leitungen haben dagegen die gesunden Speiseleitungen das Bestreben, die Spannung hochzuhalten. Sie geben so Relais und Schalter genügend Zeit, den Fehler vor dem Ausser-Trittfallen der Systemenden unschädlich zu machen.

Es zeigt sich hier im weitern auch, dass man von der statischen Stabilitätsgrenze nicht auf die dynamische Stabilität und damit auf die zulässige Betriebsleistung schliessen darf. Das Zuschalten einer parallelen 66 kV-Leitung erhöht die statische Stabilitätsgrenze um den Betrag der verminderten Reaktanz, währenddem bei Vorhandensein einer Sammelschiene die dynamische Stabilität beinahe unverändert bleibt.

Die Verhältnisse können sich zugunsten einer Sammelschiene verschieben, wenn die Energieabgabe in ein grösseres, eine eigene E. M. K. erzeugendes System erfolgt.

H. Bemerkungen zur Wirtschaftlichkeit.

Das Verhältnis der Kosten einer Kraftübertragung zu denjenigen der gesamten Anlage hängt von den jeweiligen Umständen ab. Die nachstehenden Angaben über das Conowingo-Werk und die 220 kV-Leitungen der Southern California Edison Company sollen deshalb nur einen allgemeinen Begriff über die Grössenordnung und die Wirtschaftlichkeit in zwei typischen Fällen geben.

Die totalen Baukosten von „Conowingo" sind, in einzelne Posten unterteilt, in der Tabelle VII zusammengestellt. Sie belaufen sich für den ersten Ausbau von

Baukosten von Stausee, Damm, Zentrale und Kraftübertragung Conowingo. Tabelle VII.

Pos.		Baukosten in %[1]	
		Gesamte Anlage 100 %	Zentrale Pos. 6-12 = 100 %
1	Wasserrechte und Landerwerbungen	9,8	
2	Zufahrtstrassen	0,9	
3	Umbau der bestehenden Bahnlinie	10,5	
4	Vorgängige Projektierung, Verwaltungskosten und Zins während der Bauzeit	15,0	
5	220 kV-Leitungen	5,3	
	Zentrale = 58,5 %		
6	Damm, zugleich als Brücke ausgebaut, einschl. Bohrungen und Voruntersuchungen	16,8	28,7
7	Ausbau des Staubeckens, Fassung und Unterwasserkanal	4,8	8,2
8	Maschinenhaus und Fundationen	16,8	28,7
9	Hydraulische Maschinen und Zubehör	5,9	10,0
10	Generatoren, Erreger und Transformatoren	7,4	12,7
11	Schaltanlage und Hochspannungs-Apparate	4,8	8,2
12	Reparaturwerkstätte, Versuchseinrichtungen, Geleiseanschluss und Gebäude für das Betriebspersonal	2,0	3,5
	Gesamte Baukosten in Dollar	52 220 000.–	30 595 400.–

[1]) Für den ersten Ausbau von 280 000 kW (7 Maschineneinheiten) und eine durchschnittliche Jahresproduktion von 1 250 000 000 kWh. Pos. 1, 2, 3, 6, 7, 12, teilweise 4, genügen bereits auch dem Vollausbau auf 450 000 kW.

280 000 kW auf 52 220 000 Dollar. Die durchschnittliche jährliche Energieproduktion beträgt 1 250 000 000 kWh effektiv in Philadelphia. Die gesamten Jahresausgaben für Kapitalzins, Betriebskosten, Abschreibungen, Rücklagen usf. können für die überschlägige Rechnung mit genügender Genauigkeit zu 10 % des investierten Kapitals in Rechnung gebracht werden. Mit diesem Ansatz stellt sich der Energiegestehungspreis in Philadelphia auf:

$$\frac{5\,220\,000 \cdot 10^2}{1\,250 \cdot 10^6} = \underline{0{,}42 \text{ Cent/kWh.}}$$

Die Jahresausgaben der 220 kV-Leitung belaufen sich bei einem Ansatz von 11 % des dafür ausgegebenen Kapitals auf:

$$\frac{305\,000 \cdot 10^2}{1\,250 \cdot 10^6} = \underline{0{,}0244 \text{ Cent/kWh.}}$$

Die gesamten Uebertragungskosten, einschliesslich aller Verluste und der Transformierung auf 66 kV, bleiben unter 0,05 Cent/kWh und belasten somit den Strompreis um nur ca. 10 bis 15 %.

Bei Betrachtung des Energiepreises von 0,42 Cent/kWh ist zu berücksichtigen, dass es sich um ein ausgesprochenes Saison-Werk handelt, das nur während eines Bruchteiles des Jahres voll ausgenützt werden kann. Ausserdem steht es aber während den Monaten geringerer Wasserführung des Susquehanna als Reserve und zur Deckung der Spitzenleistungen mit 180 000 kVA jederzeit durch das 220 kV-Kuppelungsnetz allen angeschlossenen Werken zur Verfügung. Dieser letztere Umstand ist von ganz hervorragender wirtschaftlicher Bedeutung.

Ein gutes Beispiel über den Einfluss der Wahl hoher Spannungen bei Grosskraftübertragungen auf die Kosten zeigen die Vergleichsrechnungen, welche die Southern California Edison Company für ihre beiden 220 kV „Big Creek"-Leitungen durchgeführt hat. Diese zwei Leitungen von je 400 km Länge waren bis Mai 1923 mit einer Spannung von 150 kV in Betrieb. Untersuchungen zeigten damals,

dass die Leistung dieser Uebertragung bei Umbau für 220 kV verdoppelt werden könnte. Gegenüber dem andernfalls notwendigen Bau zweier weitern 150 kV-Leitungen ergab die erstere Lösung eine Ersparnis von 7 000 000 Dollar. Die Wirtschaftlichkeit wird bei der höhern Spannung ausserdem noch durch die geringern Betriebskosten verbessert.

Schlussbetrachtung.

In der vorstehenden Arbeit wurde versucht, ein möglichst zusammenhängendes Bild des Problems der Kraftübertragung zu geben, so dass der projektierende, wie leitende Ingenieur sich ein Urteil über die technische und wirtschaftliche Tragweite der einzelnen Faktoren für sich, sowohl wie im Hinblick auf das Ganze bilden kann. Dabei wurde es zwangsläufig nötig, die Energieerzeugung miteinzubeziehen.

Naturgemäss kennen die Gesetze technischer Notwendigkeit und wirtschaftlicher Zweckmässigkeit keine willkürlich gezogenen Gesellschaftsgrenzen der angeschlossenen Werke, sondern beeinflussen alle Glieder einer Verbundswirtschaft in demselben Mass. Die übliche Betrachtungsweise der isolierten Abstraktion, die bis dahin die technischen und wirtschaftlichen Richtlinien der Elektrizitätsversorgung beherrscht hat, muss im Interesse einer rationellen Entwicklung auf ein neues Begriffsgebäude gestellt werden, das die gesamte Energiewirtschaft eines Landes als Einheit umfasst. Auf dieser Grundlage erfüllen wir die Eingangs gestellte Forderung des organischen Aufbaues eines Kraftsystems und die Bedingungen zur Schaffung eines Leistungsorganismus von gewaltig gesteigerter Leistungsfähigkeit.

Vermöge der grossen potentiellen Energien, die uns in der Schweiz zur Verfügung stehen und unserer günstigen geographischen Lage, können wir die Entwicklung der europäischen Elektrizitätswirtschaft in hohem Masse beeinflussen, wenn es uns gelingt, die technischen, wirtschaftlichen und organisatorischen Forderungen der Energiewirtschaft zu erfüllen und damit die weitestgehende Verwertung unserer Wasserkräfte zu ermöglichen.

Literatur-Verzeichnis.

(Fortsetzung von S. 507.)

63. „Operating Plans and Expected Costs of Conowingo". Electrical World 1927, S. 307, Aug. 13.
64. *W. C. L. Eglin:* „The Conowingo-Hydro-Electric Project of the Philadelphia Electric Company's System-with particular reference to Interconnection". J. A. I. E. E., June 1928.
65. *Alex Wilson:* „The Conowingo-Hydroelectric Development". J. A. I. E. E., Sept. 1928.
66. *R. A. Hentz:* „Electrical Features of the Conowingo Generating Station and the Receiving Substations at Philadelphia". J. A. I. E. E., Sept. 1928.
67. *P. H. Chase:* „220-kV Transmission Line for the Conowingo Development". J. A. I. E. E., Oct. 1928.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Spannungsprüfanlage für 2 Millionen Volt Prüfspannung. 621.112

Die immer höher werdenden Betriebsspannungen bedingen automatisch Prüfanlagen mit höherer Spannung. Vor einem Monat hat nun die Firma Koch & Sterzel A.-G. in Dresden eine Transformatorenanlage für 2 Millionen Volt und 1200 kVA vorgeführt.

Während man früher die hohen Spannungen in Transformatoren dadurch zu bewältigen suchte, dass man zu Isolationsmaterialien mit immer höheren Durchbruchsfestigkeiten griff, ist man später dazu gekommen, die die Spannung erzeugenden Transformatoren in Einzelglieder aufzuteilen und zu staffeln, derart, dass z. B. drei Transformatoren zu 333 000 V gewissermassen in Serie geschaltet werden, so dass die Endspannung rund 1 Million V beträgt. Dadurch konnte die Betriebssicherheit dieser Apparate erheblich gesteigert werden. Die vorgeführte Anlage besteht aus 5 Transformatoren, von denen jeder für 400 000 V gebaut ist. Durch die sogenannte Staffelschaltung ist es möglich, mit diesen 5 Transformatoren die Summenspannung von 2 Millionen V zu erreichen. Wie aus der Figur hervorgeht, liegt der mittlere Transformator an Erde; die Spannung von 2 Millionen V besteht also zwischen den beiden äussersten Transformatoren. Gegen Erde erzeugt die Anlage 1 Million V. Die volle Spannung (2×10^6 V) genügt, um Ueberschläge zwischen zwei Spitzen im Abstand von 5 m hervorzubringen.

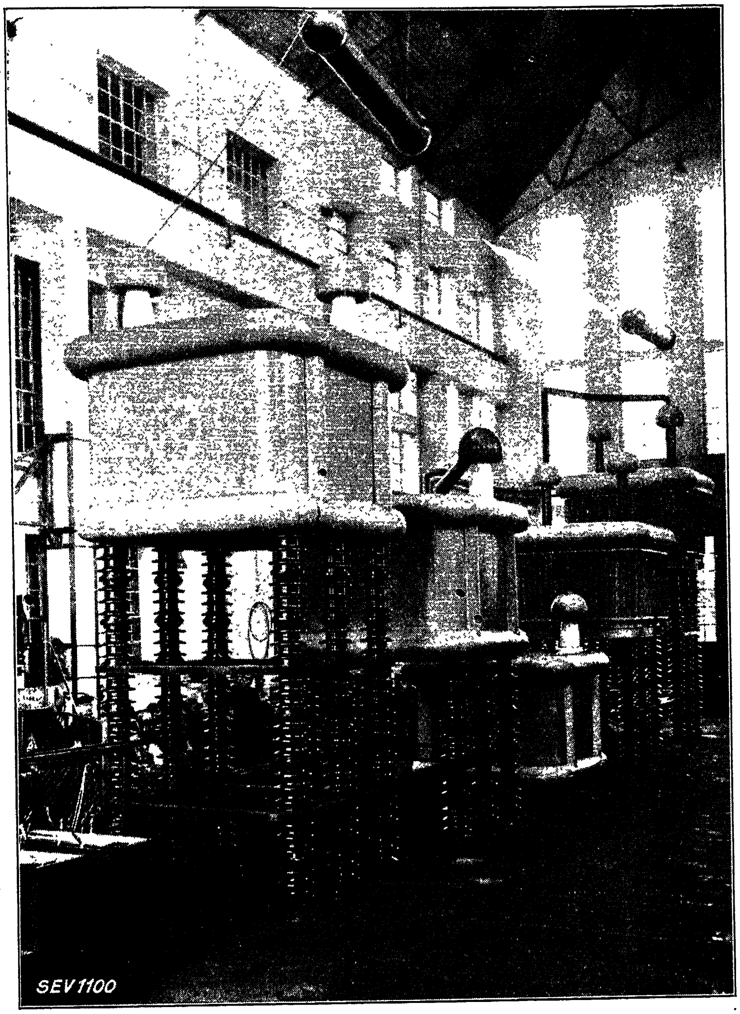


Fig. 1. Prüftransformatoren für 2 Millionen Volt zwischen den äussersten Klemmen. Die Mitte der Gruppe liegt an Erde.

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Energieausfuhr Klingnau-Wildegg-Brugg [1]).

621.311(494)

Wie wir erfahren, hat der Bundesrat unterm 30. Juli 1929 einer neu zu gründenden «*Aarewerke A.-G.*», mit Sitz in *Brugg* (Aargau), die Bewilligung No. 105 erteilt, aus den an der Aare zu erstellenden Kraftwerken *Klingnau* und *Wildegg-Brugg* elektrische Energie an das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk in Essen an der Ruhr (R. W. E.) auszuführen. Er stellte dabei die Bedingung, dass die Unternehmung nach den den Bundesbehörden vorgelegten Dokumenten gegründet werde. Darnach sind der Kanton Aargau mit 35 %, die Schweizerische Kreditanstalt mit 5 %, die Nordostschweizerischen Kraftwerke, die Bernischen Kraftwerke und Motor-Columbus mit je 10 % und das R. W. E. mit 30 % beteiligt. Der Bundesrat stellte ferner die Bedingung, dass die schweizerische Beteiligung in der Höhe von 70 % nicht vermindert werden darf. Das R. W. E. hat als Entgelt für den Bezug der gesamten in beiden Werken erzeugten Energie, abzüglich einer kleinen Quote von 2000 kW Vorzugskraft für den Kanton Aargau, die Jahreskosten und eine Dividende von 7—9 % auf das Aktienkapital auszurichten, sowie eine jährliche Rücklage in die verschiedenen Fonds von 2,5 % des Anlagekapitals zu machen.

Bei Energiebedarf in der Schweiz hat der Bundesrat das Recht, zu verlangen, dass ⅔ der jeweils vorhandenen Leistung, im Maximum 20 000 kW, beziehungsweise 30 Millionen kWh, in der Schweiz zur Verwendung gelangen können, wobei den beteiligten schweizerischen Elektrizitätswerken in erster Linie das Bezugsrecht zusteht. Die Preise für diese Energie sind bereits festgelegt.

Die Inhaber der Bewilligung haben diejenigen technischen Vorkehren zu treffen, welche

[1]) S. Bull. S. E. V. 1929, No. 6, S. 173 und S. 176.

ermöglichen, dass die dem Inlande zukommende Energie in das schweizerische Versorgungsnetz abgegeben werden kann.

Der Bundesrat behielt sich ferner vor, die Aarewerke A.-G. zu verpflichten, der vom Eidg. Departement des Innern genehmigten Exportverständigung unter den nach Deutschland Energie exportierenden schweizerischen Unternehmungen beizutreten.

Die Bewilligung dauert 20 Jahre, vom Zeitpunkte an gerechnet, in welchem der normale Betrieb der beiden Werke aufgenommen ist, spätestens vom 1. Januar 1937 an. Wenn nach Ablauf dieser Dauer die Energie im Inlande keine angemessene Verwendung finden wird, dauert die Bewilligung unverändert 20 Jahre weiter; findet diese Verlängerung nicht statt, so fällt die Bewilligung fünf Jahre nach Ablauf der ersten zwanzig Jahre dahin.

Für den Fall, dass die Bedingungen der Bewilligung nicht eingehalten werden, hat sich der Bundesrat das Recht vorbehalten, die Bewilligung ohne Entschädigung zurückzuziehen.

Der Bundesrat ist der Auffassung, dass nach der nun vorgesehenen Lösung die allgemein schweizerischen Interessen, die Interessen der schweizerischen Elektrizitätswerke und diejenigen der schweizerischen Energiekonsumentenschaft im besondern gewahrt sind.

Neue Tarife beim Elektrizitätswerk Basel.

621.371

Wir reproduzieren im folgenden die neuesten Tarife des Elektrizitätswerkes Basel

für Wärmeanwendungen zu gewerblichen Zwecken,
für Heisswasserspeicher und Speicheröfen,
für regelmässig benützte Kocheinrichtungen.

Wärmetarif für gewerbliche Zwecke.

Die Energieabgabe für gewerbliche Wärmezwecke erfolgt zu nachstehenden Tarifen:

a) Doppeltarif.

Die Energie wird mittels des Licht-Doppeltarifzählers gemessen. Der Preis der kWh beträgt zum hohen Tarifsatz 50 Rp. und zum niedern Tarifsatz

10 Rp. im Winter (Oktober/März) und
8 Rp. im Sommer (April/September).

Die täglichen Tarifzeiten entsprechen denjenigen des Lichttarifes. Der hohe Tarifsatz gilt vom Oktober bis Februar von 7—8½ und von 16½—21 Uhr, vom März bis September von 18½—21 Uhr; zu allen übrigen Tages- und Nachtstunden findet der niedere Tarifsatz Anwendung.

Bei einem Jahresbezug von mehr als 1000 kWh und in Betrieben, in welchen während der Niedertarifzeit ein im Verhältnis zum Wärmestrom starker und langandauernder Lichtstrombezug erfolgt (z. B. Wirtschaften), wird der Wärmestrombezug mit besonderem Zähler gemessen.

b) Einfachtarif.

Bei einem Jahresbezug von über 500 kWh Wärmestrom kann die Energieabgabe nach Einfachtarif zum Preise von

8 Rp./kWh im Winter (Oktober/März) und
6 Rp./kWh im Sommer (April/September)

erfolgen.

Ergibt der Energiebezug nach diesem Tarif pro kW Belastungswert einen Rechnungsbetrag von weniger als Fr. 45.— jährlich, beginnend mit der Oktober-Rechnung, so ist die Differenz zwischen diesem Garantiebetrag und der Rechnungssumme mit der September-Rechnung nachzuvergüten. Als Belastungswert gilt die installierte Leistung. Auf Wunsch des Abonnenten kann ein Maximumzeiger eingebaut werden, welcher jeden Monat den Mittelwert der höchstbelasteten Viertelstunde (Monatsmaximum) registriert. Als Belastungswert gilt sodann der Durchschnitt aus den drei höchsten Monatsmaxima.

Wenn bei Wahl von Tarif *b* der zu garantierende Jahresbezug von 500 kWh nicht erreicht wird, so müssen die fehlenden kWh im Verhältnis des stattgefundenen Sommer- und Winterbezuges nachbezahlt werden.

Für Anlagen, die während der Hochtarifzeiten vollständig gesperrt werden können, fällt die Minimalgarantie weg.

Bei Abonnementen, welche im Verhältnis zum Tageskonsum einen ansehnlichen Konsum in der Zeit von 22—6 Uhr aufweisen, kann unter Erhöhung der dem Werk zu garantierenden jährlichen Mindeststromeinnahme auf Fr. 60 pro kW Belastungswert, dieser Spätnachtkonsum mittels Doppeltarifzähler besonders festgestellt und zum Tarif für Heisswasserspeicher und Speicheröfen (Oktober/März 5 Rp./kWh, April/September 3 Rp./kWh) verrechnet werden.

Apparate für Raumheizung dürfen bei keinem der vorerwähnten Tarife in das Wärmestrom-Abonnement für gewerbliche Zwecke einbezogen werden.

Auf Wunsch des Bezügers kann die Verrechnung von Wärmestromkonsum auch zum allgemein gültigen Krafttarif erfolgen.

Für die Zähler ist folgende monatliche Miete zu entrichten:

	Einfachtarifzähler	Doppeltarifzähler
bis 3 kW	Fr. —.30	Fr. —.80
» 10 »	» —.60	» 1.20
über 10 »	» 1.—	» 1.70

Für Zähler mit Maximumzeiger erhöht sich die monatliche Miete um Fr. 1.20.

Diese Bestimmungen treten mit dem Rechnungsmonat Juli 1929 in Kraft; sie ersetzen den Wärmetarif (Tagstrom) vom 5. Dezember 1922/21. Januar 1927.

Wärmetarif für Heisswasserspeicher und Speicheröfen.

A. Heisswasserspeicher und Speicheröfen nach Zählertarif.

1. Die Energieabgabe für Heisswasserspeicher und Speicheröfen wird mittels Einfachtarifzähler gemessen und zu

5 Rp. für die kWh im Winter (Okt./März) und
3 Rp. im Sommer (April/September)

berechnet. Beläuft sich der jährliche Konsumbetrag, beginnend mit der Oktober-Rechnung, auf weniger als Fr. 45.— pro angeschlossenes kW bei der normalen Aufheizdauer von 8 Stun-

den, so ist die Differenz bis zu diesem Betrage mit der September-Rechnung nachzuvergüten.

2. Für die vom Werk zur Verfügung gestellten Mess- und Sperrapparate entrichten die Bezüger eine angemessene Miete; zu ihren Lasten geht auch eine allfällig erforderliche Verstärkung des Hausanschlusses.

3. Der Anschluss von Speicheröfen für Raumheizung wird, soweit die Netzverhältnisse dies erlauben, in beschränktem Umfange dort bewilligt, wo zufolge besonderer Umstände die Einrichtung einer anderen Heizungsart nicht gut möglich ist. Für solche Anschlüsse mit bloss saisonmässigem Energiebezug in Zeiten teuerster Energieproduktion ist für die ganzjährige Bereitstellung des Verteilnetzes eine einmalige Gebühr von Fr. 100.— pro kW Anschlusswert zu entrichten.

4. Von Samstagmittag bis Sonntagabend kann Energie unter nachstehenden Bedingungen zu ermässigtem Preise (2 Rp. für die kWh) bezogen werden:

a) Heisswasserspeicher mit erhöhter «Sonntagsleistung».

Es sind dies Speicher, die mit 2 Heizleistungen versehen sind. Die höhere Leistung wird in der Zeit von Samstagmittag bis Sonntagabend durch eine Schaltuhr mit «Wochenscheibe» eingeschaltet. Die «Sonntagsleistung» darf im Maximum den dreifachen Betrag der «Werktagsleistung» erreichen.

Die Verrechnung erfolgt in der Weise, dass für jeden Monat so viele kWh zu 5 resp. 3 Rp. berechnet werden, als sich aus der «Werktagsleistung» des betreffenden Boilers bei der normalen Aufheizdauer von 8 Stunden pro Werktag, d. h. 170 Stunden pro Monat, ergeben. Die übrigen kWh sind mit 2 Rp. zu vergüten[1]). Die Minimalgarantie von Fr. 45.— pro kW und Jahr wird auf Grund der «Werktagsleistung» berechnet.

Für die Schaltuhr mit «Wochenscheibe» wird ein monatlicher Zuschlag von Fr. —.50 erhoben.

b) Heisswasserspeicher mit verlängerter Benützungsdauer «über Sonntag».

Es sind dies Speicher, die mit nur einer Heizleistung versehen sind, deren erweiterte Benützung für die Zeit von Samstagmittag bis Sonntagabend durch eine Schaltuhr mit «Wochenscheibe» ermöglicht wird. Die Aufladung kann daher während dieser Zeit ununterbrochen erfolgen.

Die Stromverrechnung geschieht wie unter *a)*. Die Minimalgarantie beträgt Fr. 45.— pro kW und Jahr.

Für die Schaltuhr mit «Wochenscheibe» wird ein monatlicher Zuschlag von Fr. —.50 erhoben.

5. Wo neben dem Heisswasserspeicher noch ein Speicherofen am gleichen Zähler angeschlossen ist, fällt dieser ebenfalls unter die Bestimmungen von Ziffer 4.

6. Besteht neben dem Abonnement für Heisswasserspeicher und Speicheröfen für den gleichen Bezüger ein besonderes Kochstrom-Abonnement, so kann der Energiebezug für beide Abonnemente mittels gemeinsamem Doppeltarifzähler gemessen werden.

B. Kleinspeicher nach Pauschaltarif.

1. Speicher von 30 und 50 Liter Inhalt werden gegen Pauschalvergütung angeschlossen. Das Abonnement wird mit dem Hauseigentümer oder mit dem Mieter abgeschlossen.

2. Die Aufheizdauer beträgt ca. 8 Stunden täglich. In der Regel erfolgt die Energielieferung während der Spätnacht.

3. Die Ein- und Ausschaltung des Stromes wird durch einen vom Elektrizitätswerk zu liefernden automatischen Schalter besorgt.

4. Das Pauschal-Abonnement beträgt, inkl. Miete, Unterhalt und Bedienung des automatischen Schalters,

für einen Speicher von 30 l Inhalt	Fr. 48	pro	Jahr
(Heizleistung 360 Watt)	» 4	»	Mon.
für einen Speicher von 50 l Inhalt	» 72	»	Jahr
(Heizleistung 600 Watt)	» 6	»	Mon.

Für ununterbrochene Aufheizung von Samstagmittag bis Sonntagabend ist, inkl. Miete für die Schaltuhr mit «Wochenscheibe», ein monatlicher Zuschlag von Fr. 1.— für 30-Liter-Speicher und Fr. 1.25 für 50-Liter-Speicher zu bezahlen.

Wo nichts anderes vereinbart ist, werden diese Beträge monatlich erhoben.

5. Das Abonnement wird auf ein Jahr fest abgeschlossen. Nach Ablauf dieser Frist kann das Abonnement bei Mieterwechsel oder endgültigem Verzicht auf die Speicheranlage vom Hauseigentümer oder Mieter unter achttägiger Kündigungsfrist auf Ende jeden Kalendermonats schriftlich gekündigt werden.

6. Es ist strenge untersagt, den angemeldeten Speicher durch einen grösseren zu ersetzen oder der Leitung sonstwie unberechtigt Strom zu entnehmen. Bei Uebertretung dieser Vorschrift ist das Elektrizitätswerk ohne Entschädigung zum sofortigen Stromentzug berechtigt. Vorbehalten bleibt im gegebenen Falle strafrichterliche Ahndung.

7. Wenn die Ein- oder Ausschaltung des für den Speicher pauschal abonnierten Stromes mit den vereinbarten Zeiten nicht übereinstimmt oder der automatische Schalter nicht richtig funktioniert, so ist dem Elektrizitätswerk sofort Mitteilung zu machen, das solche Störungen tunlichst rasch und kostenlos behebt. Ein Abzug an dem Abonnementsbetrag ist nicht statthaft.

8. Das Elektrizitätswerk ist jederzeit berechtigt, die Heisswasserspeicheranlage zu kontrollieren.

C. Allgemeine Bestimmungen.

1. Der Anschluss von Heisswasserspeichern und Speicheröfen für Raumheizung wird nur nach Massgabe der Leistungsfähigkeit der Anlagen des Elektrizitätswerkes bewilligt.

2. Eine spätere Erhöhung der in den vorstehenden Tarifen festgesetzten Strompreise, Minimalgarantien und Pauschalvergütungen bleibt ausdrücklich vorbehalten.

3. Das Elektrizitätswerk ist berechtigt, die nach diesen Tarifen angeschlossenen Energie-

[1]) Beispiel: „Werktagsleistung“: 0,6 kW, „Sonntagsleistung“: 1,3 kW.
Strombezug pro Monat: 150 kWh.
Bezug zu 5 resp. 3 Rp./kWh: $0,6 \times 170 = 102$ kWh.
Bezug zu 2 Rp./kWh: $150 - 102 = 48$ kWh.

verbraucher auch tagsüber, zu ihm gutscheinender Zeit, einzuschalten.

4. Diese Bestimmungen treten mit dem Rechnungsmonat Juli 1929 in Kraft; sie ersetzen die «Bestimmungen betr. Stromabgabe für elektrische Wärmespeicheröfen und Boiler» vom 30. März 1920, die «Bestimmungen betr. Boiler mit gesteigerter Stromlieferung an Samstagnachmittagen und Sonntagen» vom 21. Oktober 1924 sowie die «Bestimmungen betr. Abgabe elektrischer Energie für kleine Boiler gegen Pauschalvergütung» vom 15. Juli 1921.

Kochstrom-Tarif.

Für regelmässig benützte Kocheinrichtungen gelten nachstehende Tarife:

A. Bei Anschluss an den Licht-Doppeltarifzähler:

In jedem Monat werden gleich viel kWh zum niedern Ansatz des Licht-Doppeltarifes berechnet, als im gleichen Monat zum hohen Tarifansatz bezogen wurden, mindestens aber 10 kWh monatlich. Die weitern kWh werden als Kochstrom zu

10 Rp. im Winter (Oktober/März) und
8 Rp. im Sommer (April/September)

berechnet.

Der maximal zulässige Anschlusswert für nach diesem Tarif angeschlossene Kocheinrichtungen beträgt 3 kW.

Dieser Tarif findet nur Anwendung für Haushaltungen.

B. Bei Anschluss an einen besondern Zähler:

Der Strompreis beträgt
8 Rp. für die kWh im Winter (Okt./März) und
6 Rp. im Sommer (April/September).

Für jedes Kochstrom-Abonnement ist dem Elektrizitätswerk eine jährliche minimale Stromeinnahme zu garantieren. Diese beträgt bei einer installierten Leistung von:

bis zu 6	kW	Fr. 60.—
über 6—8	kW	» 80.—
» 8—10	kW	» 100.—

Ergibt der Gesamtbetrag der jährlichen Stromrechnungen, beginnend mit der Oktober-Rechnung, weniger als diese Minimale, so ist der Differenzbetrag mit der September-Rechnung nachzuvergüten.

Das Elektrizitätswerk bestimmt den zulässigen Anschlusswert für Energiebezug nach diesem Tarif von Fall zu Fall nach Massgabe der Leistungsfähigkeit seiner Anlagen.

Besteht neben dem besondern Kochstrom-Abonnement für den gleichen Bezüger ein Wärmestrom-Abonnement für Heisswasserspeicher und Speicheröfen nach Zählertarif, so kann für beide Abonnemente der Energiebezug mittels gemeinsamem Doppeltarifzähler gemessen werden. Der Bezug in der Zeit von 6—22 Uhr wird zu vorstehendem Kochstrompreis als Hochtarifansatz berechnet; von 22—6 Uhr gilt der Heisswasserspeicher-Strompreis (5 Rp. im Winter, 3 Rp. im Sommer) als Niedertarifansatz. Für diesen Doppeltarifzähler ist die für Einfachtarifzähler festgesetzte Mietgebühr zu entrichten.

Diese Bestimmungen treten mit dem Rechnungsmonat Juli 1929 in Kraft; sie ersetzen die «Bestimmungen betr. Lieferung elektrischer Energie für Kochzwecke in Haushaltungen» vom 21. Oktober 1924.

Aus Geschäftsberichten bedeutenderer schweizerischer Elektrizitätswerke.

Elektrizitätswerk Basel, pro 1928.

Im Jahre 1928 ist, wie im Vorjahre, eine ca. zwölfprozentige Zunahme im Energieverbrauch zu verzeichnen.

Das Kraftwerk Augst konnte 144 Millionen kWh abgeben, wovon

111,2 Millionen kWh an Baselstadt,
22,9 » » » Baselland
u. 10,1 » » » Motor-Columbus A.-G.

Für die städtische Versorgung lieferten

	Mill. kWh
das Kraftwerk Augst	111,29
die Bernische Kraftwerke A.-G.	17,67
die Motor-Columbus A.-G.	0,10
die Dampfanlagen	0,75

Von der von Baselstadt absorbierten Energiemenge wurden verwendet:

	Mill. kWh
zu Beleuchtungs- u. Haushaltzwecken	18,5
zu Kraftzwecken	54,68
zu Wärmezwecken (wovon 5,03 Millionen kWh Restenergie an Elektrokesselanlagen)	34,21

Die Spitzenbelastung für die Gesamtanlage erreichte 25 000 kW.

Der Anschlusswert betrug Ende des Jahres:

	kW
für Beleuchtungszwecke	22 098
für Kraftzwecke	42 545
für Wärmezwecke	34 337

	1927 Fr.	1928 Fr.
Die *Betriebseinnahmen* betrugen bei der städtischen Stromversorgung	10 085 764	10 722 503
Die *Betriebsausgaben* setzen sich zusammen aus:		
Energiebezug u. Energieerzeugung	2 568 572	2 341 902
Verwaltung, Betrieb und Unterhalt	2 571 690	2 742 271
Kapitalzinsen	477 746	468 028
Abschreibungen aller Art und Einlagen in den Erneuerungs- und Reservefonds	1 663 903	2 548 027
An die Stadtkasse wurden abgeliefert	2 804 123	3 090 301

Durch die Beteiligung bei den Oberhasliwerken mit 6 Millionen ist der Buchwert aller Aktiven (inkl. Kraftwerk Augst) auf 19,8 Millionen gestiegen.

Elektrizitätswerk der Stadt Bern, pro 1928.

Die im Berichtsjahre abgegebene Energiemenge betrug (inklusive Bümpliz) 48,7 Millionen kWh.

Davon wurden erzeugt	1928 kWh	1927 kWh
in den eigenen hydraulischen Anlagen	43 857 940	39 376 430
in den eigenen thermischen Anlagen	74 140	273 750
An Fremdstrom bezogen von B. K. W.	3 333 500	4 818 200
von Freiburg (für Bümpliz)	—	—

Die Maximalbelastung betrug 12 680 kW.
Die Anschlusswerte betrugen Ende 1928

	kW
für Beleuchtungszwecke	15 661
für Kraftzwecke	18 299
für Wärmezwecke	6 338

Die Stromeinnahmen verteilen sich auf die verschiedenen Abnahmekategorien wie folgt:

	Fr.
Licht- und Haushaltungsstrom	3 937 720
Oeffentliche Beleuchtung	168 800
Motoren und technische Apparate	1 608 376
Strassenbahn (ohne Kosten für Umformung)	198 354
Total	5 913 251

Die Mehreinnahme gegenüber dem Vorjahre ist prozentual kleiner als der Mehrabsatz, hauptsächlich wegen der am 1. Juli eingetretenen Reduktion des Lichttarifs.

		Fr.
Die gesamten Einnahmen betrugen		6 394 779
Die gesamten Ausgaben betrugen		3 734 894
worunter für Fremdstrombezug	395 136	
Miete der Dieselanlage	176 000	
Kapitalzinsen	421 169	
Abschreibungen und Einlagen in den Reserve- und Erneuerungsfonds	793 955	
Betrieb, Unterhalt und allgemeine Unkosten	1 465 433	

Der zugunsten der Stadtkasse verbleibende Reingewinn betrug Fr. 2 659 885, gegenüber 2,56 Millionen im Vorjahre.

Das der Gemeinde auf Jahresschluss geschuldete Kapital betrug Fr. 8 087 116.

—

Service électrique de la ville de Genève pour l'année 1928.

L'énergie utilisée (production et achats) a atteint 77,15 millions de kWh contre 70,9 millions l'année précédente.

	kWh
L'usine de Chèvres a produit	68 497 400
l'E. O. S. a fourni	8 184 432
L'usine à vapeur a produit	469 402

	Mill. de kWh
Les gros abonnés et l'électrochimie ont absorbé	15,8
le service des tramways a demandé	6,9
le service électrique de la ville a absorbé	48,5

La puissance maximum fournie a été de 19 600 kW.

	fr.
Les *recettes* réalisées par la vente de l'énergie et la location des compteurs ont été de	10 144 371

Les *dépenses* d'exploitation se répartissent comme suit:

	fr.
Dépenses d'exploitation de l'Usine de Chèvres, du réseau à haute tension et des postes de transformation	1 270 050
Dépenses d'exploitation des installations de distribution (y compris l'entretien de l'éclairage public et des compteurs)	2 876 151
Achat d'énergie	860 116
Versement au fonds de renouvellement de l'Usine de Chèvres	250 000
Amortissements de non valeurs	500 000
	5 756 317
L'excédent des recettes est donc de	4 388 054
L'intérêt des capitaux absorbe	1 341 838
Les divers amortissements réguliers absorbent	1 620 451
Le bénéfice net se monte à	1 425 761

Pour l'ensemble des installations de production et de distribution d'énergie il a été dépensé jusqu'à ce jour une somme de fr. 50 524 412. Ces installations figurent aujourd'hui dans les livres pour fr. 30 794 299.

—

Elektrizitätswerk der Stadt Zürich für die Zeit vom 1. Oktober 1927 bis 30. September 1928.

	kWh
Der Gesamtjahresumsatz betrug	241 192 163
wovon an Eigenproduktion (Albula, Heidsee, Letten u. Wäggital	207 882 223
an Fremdstrombezug (Brusio, Rhätische Werke, E. W. Chur, Bündner Kraftwerke, N. O. K., Motor-Columbus und Kehrichtverbrennungsanstalt)	33 309 940
Transitiert für Dritte wurden	80 697 800
Abgegeben wurden an fremde Kraftwerke (E. W. Chur, Bündner Kraftwerke, Bernische Kraftwerke, S. K., N. O. K. u. Motor-Columbus A.-G.) brutto	35 621 491
an die Konzessionsgemeinden und das Verteilnetz Graubünden (einschliesslich Selbstverbrauch) netto	2 797 039
ab Fernleitung netto	1 546 450
für die Pumpenanlage A.K.W. netto	17 190 800
an die A. K. W. (Ersatzenergie und Eigenbedarf) netto	674 770
zum Phasenschieben netto	469 590
oder zusammen brutto	25 658 123
An die Anlagen für Zürich und Umgebung brutto	179 912 549
Die Nettoabgabe an das 6000-V-Netz von Zürich und Umgebung betrug	152 575 510
davon gingen an das allgemeine Kraftnetz	91 847 554
an die Beleuchtungsumformerstationen	41 820 750
an die Phasenschieber	1 358 930
an die Strassenbahnumformerstationen	17 548 276

	kWh
Verkauft wurden an die Wasserversorgung	4 786 065
an die Grossbezüger	33 042 749
an Gewerbe und Industrie	40 794 790
an Privatbeleuchtung	30 780 520
an die Strassenbahnen	15 442 525
Unentgeltlich an die öffentliche Verwaltung wurden geliefert	3 400 000

Total ausgenützt wurden also ca. *118 Millionen kWh.*

Die maximale Belastung betrug in den Verteilanlagen der Stadt Zürich 41 900 kW.

	Fr.
Die Betriebseinnahmen betrugen . .	21 255 893
Die Betriebsausgaben betrugen . .	17 500 501
An die Stadtkasse abgelieferter Reingewinn	3 755 391
In den Ausgaben figurieren zur Verzinsung der Bauschuld	3 217 167
für Abschreibungen aller Art und Einlagen in den Baufonds . . .	3 347 496

Das Installationsgeschäft zeigt bei einem Umsatz von Fr. 874 954 einen Einnahmenüberschuss von Fr. 39 746.

Am Ende des Rechnungsjahres belief sich die Bauschuld (inklusive 20 Millionen Fr. Beteiligung an der Wäggital A.-G.) noch auf Franken 60 701 128.

—

Elektrizitätswerk des Kantons Schaffhausen.

Dank des guten Geschäftsganges der Industrie hat sich auch dieses Jahr die Energieabgabe um 11,6 % erhöht.

	kWh
Die bezogene Energiemenge betrug	48 074 504
Die abgegebene Energiemenge betrug	46 188 553

Die Maximalbelastung erreichte 11,758 kW.

	Fr.
Die Bruttoeinnahmen aus dem Energieverbrauch erreichten	2 956 140
Die Ausgaben für die bezogene Energie betrugen	1 723 126

Die Gewinn- und Verlustrechnung weist folgende *Einnahmen* auf:

aus dem Energieverkauf	1 233 014
aus der Energievermittlung	44 850
aus dem Installationswesen und dem Verkauf von Apparaten	17 556
an Miet- und Pachtzinsen	8 835

Unter den *Ausgaben* figurieren:

Zinsen des investierten Kapitals . .	53 707
Kosten für Verwaltung, Betrieb und Unterhalt	492 137
Abschreibungen	545 218
Einlagen in verschiedene Fonds . .	210 000

Die Erstellungskosten der gesamten Verteilanlage belaufen sich auf Fr. 6 679 995; dieselben stehen Ende 1928 mit Fr. 1 203 641 zu Buche.

———

Betriebskosten in dieselelektrischen Kraftwerken.

621.4:621.312(0064)

Die *National Electric Light Association* der U. S. A. veröffentlicht in einem Bericht vom April 1929 eine Reihe von Zahlen über den Betrieb von dieselelektrischen Kraftwerken in den U. S. A. und in England im Jahre 1927. Da die Tabellen zu umfangreich sind, geben wir nur eine beschränkte Zahl der Angaben wieder, die aber genügen, um sich ein Bild der Betriebskosten in verschiedenen Kraftwerken zu machen.

Die Angaben über die Anlagen in den U.S.A. beziehen sich im ganzen auf 23 Anlagen mit 17 000 kW installierter Leistung und einer Energieproduktion von jährlich 46 Millionen kWh.

Die Angaben über die englischen Anlagen beziehen sich auf 44 Anlagen mit 39 000 kW installierter Leistung und einer jährlichen Energieproduktion von 60 Millionen kWh.

(Fortsetzung siehe Seite 551)

Unverbindliche mittlere Marktpreise je am 15. eines Monats.

Prix moyens (sans garantie) le 15 du mois.

		Aug. *août*	Vormonat Mois précédent	Vorjahr Année précédente
Kupfer (Wire bars) *Cuivre (Wire bars)*	Lst./1016 kg	84/15	84/10	69/5
Banka-Zinn . . . *Etain (Banka)* . .	Lst./1016 kg	209/3/9	218/—	222/—
Zink . . . . . . *Zinc*	Lst./1016 kg	24/15	25.7/6	24/7/6
Blei . . . . *Plomb*	Lst./1016 kg	23/3/9	22/15	21/5
Formeisen . . . *Fers profilés* . . .	Schw. Fr./t	130.—	133.—	124.—
Stabeisen . . . . *Fers barres* . . .	Schw. Fr./t	148.—	156.—	147.50
Ruhrnusskohlen *Charbon de la Ruhr* } II 30/50	Schw. Fr./t	45.80	45.80	45.—
Saarnusskohlen *Charbon de la Saar* } I 35/50	Schw. Fr./t	46.50	46.50	43.—
Belg. Anthrazit . . *Anthracite belge* .	Schw. Fr./t	72.—	72.—	70.—
Unionbrikets . . . *Briquettes (Union)* .	Schw. Fr./t	38.—	38.—	38.—
Dieselmotorenöl (bei Bezug in Zisternen) . . . . *Huile pour moteurs Diesel (en wagon-citerne)*	Schw. Fr./t	108.—	106.—	108.—
Benzin *Benzine* } (0,720) .	Schw. Fr./t	295.—	295.—	270.—
Rohgummi . . . . *Caoutchouc brut* .	sh/lb	0/11	0/11 1/8	0/9 1/2
Indexziffer des Eidgenössischen Arbeitsamtes (pro 1914=100) . . . *Nombre index de l'office fédéral (pour 1914=100)*		161	161	161

Bei den Angaben in engl. Währung verstehen sich die Preise f. o. b. London, bei denjenigen in Schweizerwährung franko Schweizergrenze (unverzollt).

Les prix exprimés en valeurs anglaises s'entendent f. o. b. Londres, ceux exprimés en francs suisses, franco frontière (sans frais de douane).

Zahl der Masch.-Einheiten	Total install. Leistung kW	Spitzen-belastung kW	Jährlich erzeugte Energie kWh	Verbrauch von Schweröl Gramm pro erzeugte kWh	Ausgaben für Unterhalt und Reparaturen Rp. pro erzeugte kWh
			U. S. A.		
2	460	541	990470	380	?
3	323	205	595880	351	0,8
4	2280	?	13577643	301	0,32
2	1320	1500	5272000	270	0,31
2	800	540	1605200	353	0,25
3	925	375	597000	348	0,31

Zahl der Masch.-Einheiten	Total install. Leistung kW	Spitzen-belastung kW	Jährlich erzeugte Energie kWh	Verbrauch von Schweröl Gramm pro erzeugte kWh	Ausgaben für Unterhalt und Reparaturen Rp. pro erzeugte kWh
			England		
2	325	255	1449398	302	0,85
6	1210	667	1385098	354	1,6
3	600	529	1190140	294	1,6
2	550	444	173121	365	2,7
5	800	369	622762	312	0,62
7	2710	2055	3698490	357	0,83

Briefe an die Redaktion. — Communications à l'adresse de la rédaction.

Hochleistungsprüfanlage für Oelschalter, von *E. Heusser,* Bull. S. E. V. 1929, No. 5, S. 125. Der Autor schreibt uns:

Auf S. 133 ist ein Fehler zufolge Verstümmelung der bezüglichen Formel zu berichtigen, auf den ich in verdankenswerter Weise aufmerksam gemacht wurde. Ich bitte richtig zu stellen: Mittlerer Effektivwert aller drei Phasen:

$$27\,000 \cdot \frac{1}{3}\left(\sqrt{1+2\cdot 0{,}9^2} + 2\sqrt{1+2\cdot 0{,}45^2}\right) = 36000 \text{ A},$$

wodurch sich die Kurzschlussleistung der ersten Halbwelle korrigiert auf

$$\sqrt{3}\cdot 9000 \cdot 36000 = 560000 \text{ kVA}$$

und die tatsächlich unterbrochene Leistung auf

$$0{,}7\cdot 560\,000 = 392\,000 \text{ kVA}.$$

Ergänzend sei erwähnt, dass der Feldschwächungsfaktor 0,7 sowohl die Verminderung des Stromes wie der Spannung berücksichtigt und aus den Abschaltoszillogrammen abgelesen wurde. *Heusser.*

Messgruppe zur getrennten Erfassung der Wirk-, Blind- und Scheinenergien bei gegenseitigem Energieaustausch zwischen zwei Kraftwerken, von *W. Janicki,* Bull. S. E. V. 1929, No. 15, S. 508. Der Autor macht uns auf folgenden Druckfehler aufmerksam: Auf S. 509, 6. Zeile von oben, sollte es statt «das dreipolige Umschaltrelais» heissen: «das *zwei*polige Umschaltrelais», und möchte nachtragen, dass die beschriebene Messgruppe an der diesjährigen Mustermesse in Basel zur Ausstellung gelangte.

Miscellanea.

V D E Jahresversammlung 1929 in Aachen. Der VDE hielt seine diesjährige Versammlung vom 7. bis 9. Juli in Aachen ab[1]). Sie wurde als *Ferntagung* durchgeführt, indem die elektrotechnischen Vereine von Holland, Oesterreich und Ungarn im Haag, in Wien und in Budapest gleichzeitig Festsitzungen veranstalteten und den von Aachen übertragenen Ansprachen und Vorträgen folgten und ihrerseits zur deutschen Versammlung in Aachen sprachen. Vier Länder haben auf diese Art eine gemeinsame Sitzung abgehalten, obschon sie durch viele hundert Kilometer voneinander getrennt waren. Ursprünglich war auch die Teilnahme des S. E. V. und V. S. E. vorgesehen, welche in jenen Tagen in St. Moritz versammelt waren. Leider wurde unsere Teilnahme durch das nicht zu ändernde Programm verunmöglicht, indem sich unsere Verbände am 8. Juli auf Exkursionen befanden.

An der Ferntagung sprachen: Dr. Ing. *Krone,* Vorsitzender des VDE, Dr. *Rombach,* Oberbürgermeister der Stadt Aachen, Dr. *Staudinger* für die Reichsbehörden, Prof. *Hoff,* Rektor der T. H. Aachen, Dr. *Wendorff* für die befreundeten inländischen Verbände, Dr. Ing. *Craemer* (Vortrag über den Weltfernsprechverkehr), alle in Aachen, dann Direktor *Beekmann,* im Haag, Prof. Dr. *Reithoffer,* in Wien, und Prof. *Carl Zipernowsky* in Budapest.

[1]) S. Bull. S. E. V 1929, No. 11, S. 338.

In den Tagen vom 7. bis 9. September hält der **Schweizerische Verein von Gas- und Wasserfachmännern** seine diesjährige 56. Jahresversammlung in Heiden ab. Am Samstag findet eine Werkleiterversammlung statt mit anschliessender Besichtigung des Pumpwerkes Heiden; an der Generalversammlung vom Sonntagvormittag werden berichten: Direktor A. Dind, Neuchâtel, über die dortige Hochdruckgasbehälteranlage in Zusammenarbeit mit dem Versorgungsnetz, und Ing. H. Gubelmann, Bern, über die neue Grundwasserfassung der Emmental-Wasserversorgung der Stadt Bern. Die freie Vereinigung der Teilnehmer im Kurort Heiden wird am Sonntagabend durch ein Bankett beschlossen und für den Montag ist eine Autofahrt durchs Appenzellerland und Rheintal vorgesehen.

Der Verband der Elektrizitätswerke, Wien, hält vom 5. bis 8. September 1929 in *Zell am See* (Salzburg) seine *XXVI. Hauptversammlung* ab. Es sind eine Reihe Kraftwerksbesichtigungen (Stubachtalwerk, Tauernmoos, Grünsee), verbunden mit prächtigen Wanderungen, Auto- und Seefahrten, vorgesehen. — Der Sitz des Verbandes ist in Wien IV, Schleifmühlegasse 4.

Literatur. — Bibliographie.

Statistique de la production et de la distribution d'Energie électrique en France au 1er juillet 1928. 91 pages, 13 × 21 cm. Imprimerie nationale, 27, rue de la Convention, Paris 15e.

Cette statistique a été établie par les soins du Service central des forces hydrauliques et des distributions d'énergie électrique au Ministère des Travaux publics.

Elle comporte:

1° Une énumération des usines hydrauliques d'au moins 1000 kVA de puissance installée avec indication des données caractéristiques. (Les usines sont classées suivant les bassins fluviaux.)

2° Un résumé d'une statistique des usines hydrauliques de moins de 1000 kVA qui donne pour chaque département le nombre total des usines et la puissance totale.

3° Une énumeration des réservoirs d'accumulation d'au moins 1 million de m^3, emmagasinant au moins 1 million de kWh. Cette liste comprend non seulement les réservoirs en état de fonctionnement mais aussi les réservoirs en projet et ceux dont la construction est présumée possible.

4° La liste des usines thermiques de production et distribution d'au moins 1000 kVA de puissance installée.

5° Un tableau de la production d'énergie électrique en 1926 de toutes les entreprises, dont l'énergie a emprunté des réseaux de distribution. Les renseignements sont donnés par département.

6° Un tableau relatif à l'énergie livrée en 1926 dans chaque département par les réseaux de distribution aux usagers à l'exclusion de celle fournie à d'autres entreprises de distribution.

7° Un tableau relatif à l'énergie consommée en 1926 par département qu'elle soit prise aux bornes des usines dont la production est comptée au tableau V ou livrée par l'intermédiaire d'un réseau de distribution.

8° Enumération par département du nombre des communes non encore électrifiées en 1927 et en 1928.

9° Tableau indiquant le développement de la consommation de l'énergie électrique en France de 1923 à 1927.

10° Tableau relatif à l'importance des réseaux de distribution en France en 1926.

11° Un tableau des usines hydroélectriques mises en service du 1er janvier 1927 au 1er juillet 1928 et un tableau des usines hydroélectriques, dont la construction a été commencée entre le 1er janvier 1927 et le 1er juillet 1928.

La statistique très bien présentée et concentrée dans une brochure de 91 pages est du plus haut intérêt. Pour juger du progrès de l'électrification en France, il suffit de comparer les chiffres donnant le total de la consommation à 5 ans d'intervalle. En 1923, la consommation avait atteint 7,7 milliards, en 1927, elle a atteint 12,3 milliards de kWh.

Normalien und Qualitätszeichen des S. E. V.

Qualitätszeichen des S. E. V.

▬ ▬▬   ▬ ▬ ▬   ▬   ▬ ▬ ▬ ▬▬

Isolierte Leiter.

Gemäss den «Normalien zur Prüfung und Bewertung von isolierten Leitern für Hausinstallationen» und auf Grund der mit Erfolg bestandenen Annahmeprüfung erteilen die Technischen Prüfanstalten des S. E. V. folgender Firma das Recht zur Führung des S. E. V.-Qualitätszeichens für alle normalen Querschnitte der nachverzeichneten Leiterarten.

Das Zeichen besteht in dem gesetzlich geschützten S. E. V.-Qualitätskennfaden, welcher an gleicher Stelle wie der Firmenkennfaden angeordnet ist und auf hellem Grunde die oben angeführten Morsezeichen in schwarzer Farbe trägt.

Ab 1. August 1929.

R. H. Gachnang, Zürich (Schweizerische Vertretung der Holländischen Draht- und Kabelwerke Amsterdam).
Pendelschnüre, Mehrleiter-PS.

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke | REDAKTION Zürich 8, Seefeldstr. 301 | Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité

Verlag und Administration | Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G. Zürich 4, Stauffacherquai 36/38 | Editeur et Administration

XX. Jahrgang
XXe Année

Bulletin No. 17

September I
Septembre I 1929

Die Neuanlagen Palü-Cavaglia der Kraftwerke Brusio A.-G.

Kurze Orientierung[1]) für die Exkursion vom 8. Juli 1929, anlässlich der Jahresversammlungen des S.E.V. und V.S.E. in St. Moritz,
gegeben von Ingenieur *W. Rickenbach*, Direktor der Kraftwerke Brusio A.-G., Poschiavo, an der Generalversammlung des S.E.V. am 7. Juli 1928 in St. Moritz.

621.312.134(494)

Die Kraftwerke Brusio A.-G. nützen in ihren vier Kraftwerken Palü, Cavaglia, Robbia und Campocologno, zusammen mit dem angrenzend auf italienischem Boden liegenden, der Società Lombarda gehörenden Werk Poschiavino bei einem Gefälle von 1817 m die Wasserkräfte des Puschlavs vom Lago Bianco auf der Berninapasshöhe bis zur Adda hinunter aus. Diese Anlagen leisten in ihrem heutigen Ausbau an den Turbinenwellen 73 000 kW. Sie werden, in ihrem Vollausbau, während der Arbeitsstunden eine über das ganze Jahr ausgeglichene Leistung von 80 000 kW abgeben können.

Es wird ein kurzer Ueberblick über die einzelnen Anlagen gegeben, und es werden eingehender die Neuanlagen Palü und Cavaglia beschrieben. Hier ist hervorzuheben, dass die gesamte Leistung jedes dieser beiden Kraftwerke auf eine Maschinengruppe konzentriert ist. Besonderes Interesse verdient die Turbinenanlage Palü: Auf einer gemeinsamen Welle arbeiten eine Pelton- und eine Francisturbine, wodurch eine bemerkenswerte Ausnützung der speziellen Bau- und Wasserverhältnisse erzielt wurde. Weitere Betrachtungen sind der 140-kV-Kraftübertragungsanlage gewidmet.

La S. A. des Forces Motrices de Brusio utilise dans ses quatre usines de Palu, Cavaglia, Robbia et Campocologno, avec la centrale de Poschiavino de la Società Lombarda sur sol italien, les forces hydrauliques du Val Puschlav sous une chute de 1817 m entre le Lago Bianco, au col de la Bernina, et l'Adda dans la Valteline. Ces installations produisent actuellement 73 000 kW à l'arbre des turbines, mais arriveront, une fois complètement équipées, à fournir pendant toute l'année une puissance de 80 000 kW durant les heures de travail.

On trouvera dans cet article un aperçu des diverses installations et la description détaillée des nouvelles centrales de Palu et Cavaglia. Notons ici que la puissance de chacune de ces deux usines est concentrée sur un seul groupe de machines. L'installation de Palu mérite une mention toute spéciale: une turbine Pelton et une turbine Francis travaillent sur le même arbre, réalisant ainsi une utilisation remarquable des conditions locales très particulières. Le transport à 140 kV fait aussi l'objet de considérations spéciales.

Vor 25 Jahren wurden die Kraftwerke Brusio zur Nutzbarmachung der Gewässer des Puschlavertales gegründet. Anfänglich, im Jahr 1904, vor allem als Unternehmen für den Export von elektrischer Energie aus der Schweiz nach Italien bestimmt — indem damals eine Verwendung der grossen Produktion im Tale selbst oder eine Uebertragung nordwärts über die Alpen, mit den ungenügend vorhandenen Mitteln der damaligen Technik als ein Ding der Unmöglichkeit erschienen war — ist es in immer steigendem Masse durch seinen weiteren Ausbau

[1]) Auszug aus der Festschrift zur fünfundzwanzigjährigen Jubiläumsfeier der Gründung der Gesellschaft, mit farbigem Reliefbild, Karten und über 100 Abbildungen, 120 Seiten, deutsche und französische Auflage, welche im Verlag Frobenius A.-G. in Basel bezogen werden kann.

und seine Ergänzungen zu einem bedeutenden Faktor wirtschaftlicher Entwicklung des Kantons Graubünden und der Schweiz geworden. Die Brusiowerke haben dem Inland nach den jeweiligen Bedürfnissen die benötigte Kraft zur Verfügung gestellt. Die Ausdehnung der Elektrizitätswirtschaft in dem heute bestehenden Umfange im Tale von Poschiavo, ihre Einführung in Brusio und auch ihre Entwicklung im Oberengadin ist dadurch möglich geworden. Die Durchführung des elektrischen Betriebes der Berninabahn und der Engadinerlinien der Rhätischen Bahn und, als unmittelbare Folge davon, die beschleunigte Elektrifizierung des ganzen Netzes dieses Unternehmens ist dadurch begünstigt worden. Seit mehreren Jahren besteht auch,



Fig. 1.
Kraftwerk Palü mit Ausgleichbecken. Blick gegen Süden, Puschlaversee und Veltlin, im Hintergrund die Bergamaskeralpen, links oben Alp Grüm.

durch die Leitung über den Albulapass, eine Verbindung mit dem Versorgungsgebiet der Nordschweiz.

Beim heute bestehenden Werk reiht sich nun fast ununterbrochen vom Lago Bianco bis zur Adda hinunter, bei einer Gefällsdifferenz von 1817 Meter, Kraftwerk an Kraftwerk. Es sind die vier Anlagen der Kraftwerke Brusio: Palü, Cavaglia, Robbia und Campocologno auf schweizerischem Gebiete und die Anlage Poschiavino der Società Lombarda in Mailand auf italienischem Boden, welch letztere Gesellschaft auch der Hauptabnehmer der Energieproduktion der oberen, schweizerischen Anlagen ist.

Auf der Höhe des Berninapasses sind der Lago Bianco und der Lago della Scala durch Stau auf 2236 m ü. M. zu einem einzigen See vereint, der als Ausgleich dient und durch die noch 1923 angelegte Pumpenanlage bei Berninahospiz eine Ausnützung von 15 Mill. m^3 gestattet.

Bei der südlichen Staumauer vom Lago della Scala befindet sich die Wasserfassung des Kraftwerkes *Palü,* 10 500 kW, max. Bruttogefälle 281 m, Einzugsgebiet rund 11 km². Der Zulaufstollen steht unter Druck, ist 1050 m lang und mündet in ein Wasserschloss von 4 m Durchmesser und 30 m Höhe. Die Druckleitung besteht aus einem Rohr von 1350 bis 1050 mm Durchmesser und 1285 m Länge, im Terrain eingegraben oder in Felsstollen bis zum Maschinenhaus Palü. Die Wasserrückgabe geschieht an das Ausgleichbecken resp. in die Druckleitung der unten liegenden Anlage Cavaglia. Der hydraulische Teil ist für max. 4,4 m³/s bemessen. (Fig. 1 und 2.)

Daran schliesst sich die Anlage *Cavaglia* an, 6700 kW, Bruttogefälle rund 217 m. Ausgenützt wird das vom Kraftwerk Palü und das im Sommer vom Palügletscher abfliessende Wasser; nach Ausbau des zukünftigen Staubeckens Palü von 6 Mill. m³ Inhalt kommt im Winter noch diese Reserve hinzu. Das Einzugsgebiet beträgt rund 25 km². Das Wasser wird im Palüsee gefasst. Die einfache Druckrohrleitung von 1200 bis 1000 mm Durchmesser und 815 m Länge, liegt in einem begehbaren und mit einer Seilbahn ausgestatteten Felsstollen und teilweise in einer eingegrabenen Galerie verlegt; Stollen und Galerie dienen auch als Verbindungsgang zwischen der Anlage Palü und der Anlage Cavaglia. Die Rückgabe des Wassers erfolgt an den Cavagliasco. Der hydraulische Teil ist ebenfalls für 4,4 m³/s bemessen. (Fig. 3.)

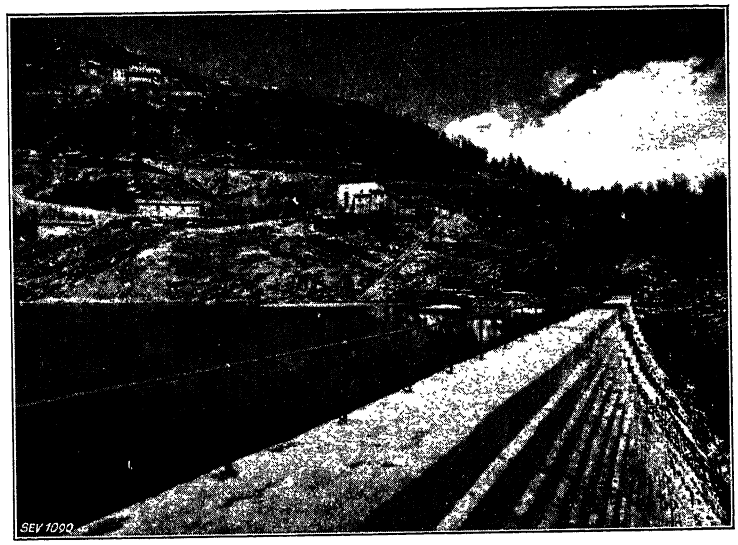


Fig. 2.
Kraftwerk Palü mit Ausgleichbecken, Vordamm I, links oben Alp Grüm.

Die Anlage *Robbia,* 11 000 kW, Bruttogefälle 605 m, nützt das Wasser aus, welches vom Werk Cavaglia abfliesst; im Sommer kommen die Zuflüsse des übrigen Einzugsgebietes, welches total rund 36 km² umfasst, hinzu. Das Wasser wird in Puntalto im Cavagliasco, am südlichen Ende des Talbodens von Cavaglia gefasst; der Zulaufstollen ist 326 m, die Druckrohrleitung von 850 bis 700 mm Durchmesser 1577 m lang. Die Wasserrückgabe erfolgt an den Poschiavino. Der hydraulische Teil, jetzt für 2,5 m³/s bemessen, soll in einem späteren Ausbau erweitert werden. (Fig. 4.)

Die Anlage *Campocologno,* 30 000 kW, max. Bruttogefälle 419 m, nützt das vom Werk Robbia abfliessende Wasser, die Reserve im Puschlaversee und die Zuflüsse des übrigen Einzugsgebietes, das total rund 196 km² umfasst, aus. Das Wasser wird in Meschino doppelt gefasst; der Zulaufstollen, in welchen während des Winters auch das Wasser vom Sajentobach eingeführt wird, ist 5250 m lang. Die Druckrohrleitung besteht aus sechs Rohren von je 870 bis 790 mm Durchmesser und rund 1100 m Länge. Die Rückgabe des Wassers an den Poschiavino erfolgt knapp oberhalb der schweizerisch-italienischen Grenze. Der hydraulische Teil ist für max. 10 m³/s bemessen. (Fig. 5.)

Die unterste Anlage, *Poschiavino,* 10 000 kW, max. Bruttogefälle 91 m, gehört der Società Lombarda. Sie nützt das Wasser, welches vom Werk Campocologno

abfliesst und dasjenige des übrigen Einzugsgebietes von total 250 km² aus. Die Wasserfassung, festes Wehr mit beweglichem Ueberfall, liegt im Poschiavino, am linken Ufer, unmittelbar nach der Grenze. Der Zulaufkanal von 2070 m Länge besitzt freien Wasserspiegel. Ein Siphon bringt das Wasser nach der rechten Talseite hinüber. Die Druckrohrleitung besteht aus zwei Rohren von 1700 mm Durchmesser und einem eisernen Leerlaufrohr, von je 450 m Länge. Der Ablaufkanal mündet in den Poschiavino, kurz vor seinem Zusammenfluss mit der Adda, auf 419 m ü. M.

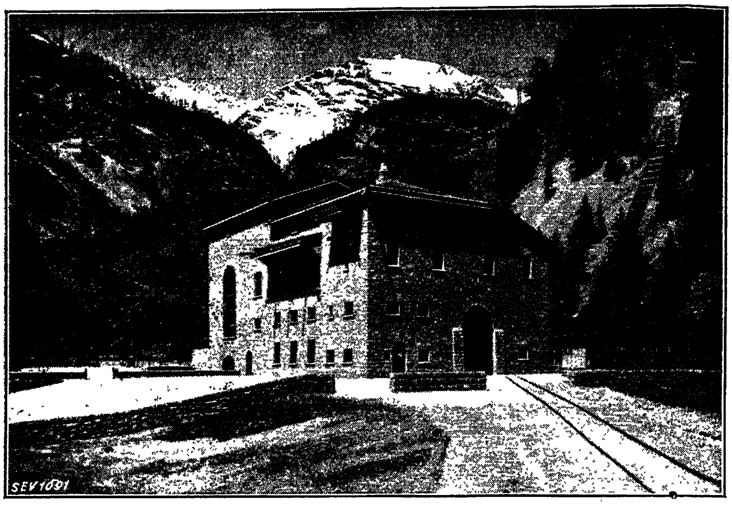


Fig. 3.
Kraftwerk Cavaglia. Rechts Druckleitungsgalerie. Gebäude Rückseite. Abgehende 140 kV- und 55 kV-Leitungen.

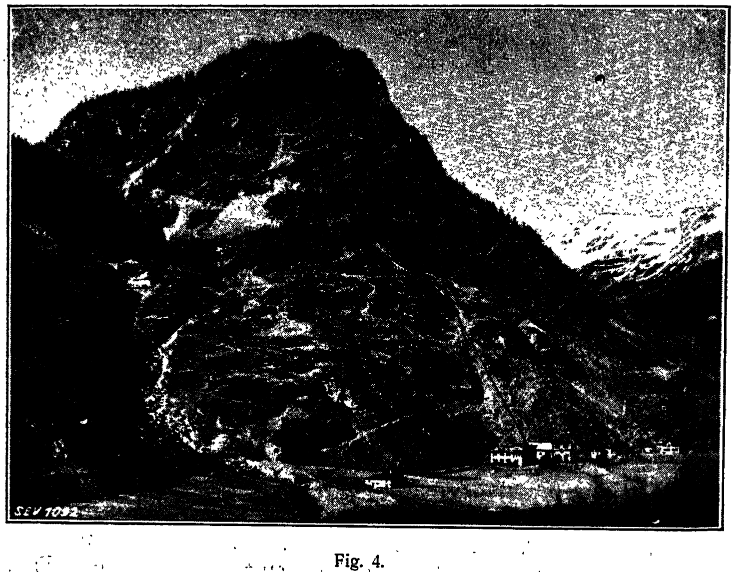


Fig. 4.
Kraftwerk Robbia. Gesamtansicht.

Die Anlagen der Kraftwerke Brusio ergeben heute zusammen eine Kraftquelle von 63 000 kW an den Turbinenwellen, wozu noch die letzte Gefällstufe des Puschlavertales, die Anlage Poschiavino mit 10 000 kW kommt. Auf dem kurzen Gebirgsflusslauf von ca. 25 km Länge, in der Luftlinie gemessen, der ohne die Akkumulieranlagen früher im Winter nur noch eine ganz geringe Wasserführung von ca. 0,6 bis 0,9 m³/s bei der Mündung in den Puschlaversee hatte, können nach Vollausbau der heute bestehenden Anlagen zusammen bis 80 000 kW, über das ganze Jahr ausgeglichen, während den Arbeitsstunden abgegeben werden.

Bemerkenswert ist die Maschinenanlage Palü (Fig. 6 und 7). Sie ist auf einem Felskopf über der Kote 1952 des zukünftigen Palüsees errichtet worden. Die Anlage enthält in den stockweise übereinander angeordneten Maschinenräumen eine einzige Maschinengruppe, bestehend aus einer Freistrahlturbine von max. 10 300 kW, einer Francis-Turbine von 880 kW und einem Drehstromgenerator von 10 000 kVA auf vertikaler Welle. Die Hauptturbine liegt auf Kote 1954,80. Die vertikale Welle führt über eine Kupplung abwärts in den Felsschacht zur Neben-

turbine auf Kote 1927 und aufwärts zum Generator auf Kote 1957,80 (Bodenhöhe). Unter der Decke des Generatorraumes ist ein elektrisch angetriebener Kran von 35 t Tragkraft und rund 11 m Hubhöhe angeordnet. Für die Förderung im Schacht enthält der Kranwagen noch ein Windwerk von 6 t Tragkraft und 46 m Hubhöhe.

Die Höhenlage der Hauptturbine ist derart festgelegt, dass dieselbe bei dem höchsten Stau des zukünftigen Palüsees auf Kote 1952 noch frei ausgiessen kann. Der höchste Wasserspiegel des heutigen Ausgleichbeckens liegt auf Kote 1927 und die tiefste Absenkung geht bis auf Kote 1924. Um das Gefälle zwischen dem Unterwasser der Hauptturbine und dem Wasserspiegel im Ausgleichbecken resp. des zukünftigen Palüsees, das bis 28 m erreichen kann, ebenfalls ausnützen zu können, wurde auf der Welle der Hauptturbine die Nebenturbine eingebaut. Nach dem Ausbau des Palüsees muss diese Turbine mit Gegendruck arbeiten können. Es kam daher nur eine Francis-Turbine in Frage. Damit bei ganz abgesenktem Wasserspiegel das auftretende Sauggefälle einen gewissen, der Schnelläufigkeit angepassten Betrag nicht überschreitet, erfolgte die Aufstellung auf Kote 1927.

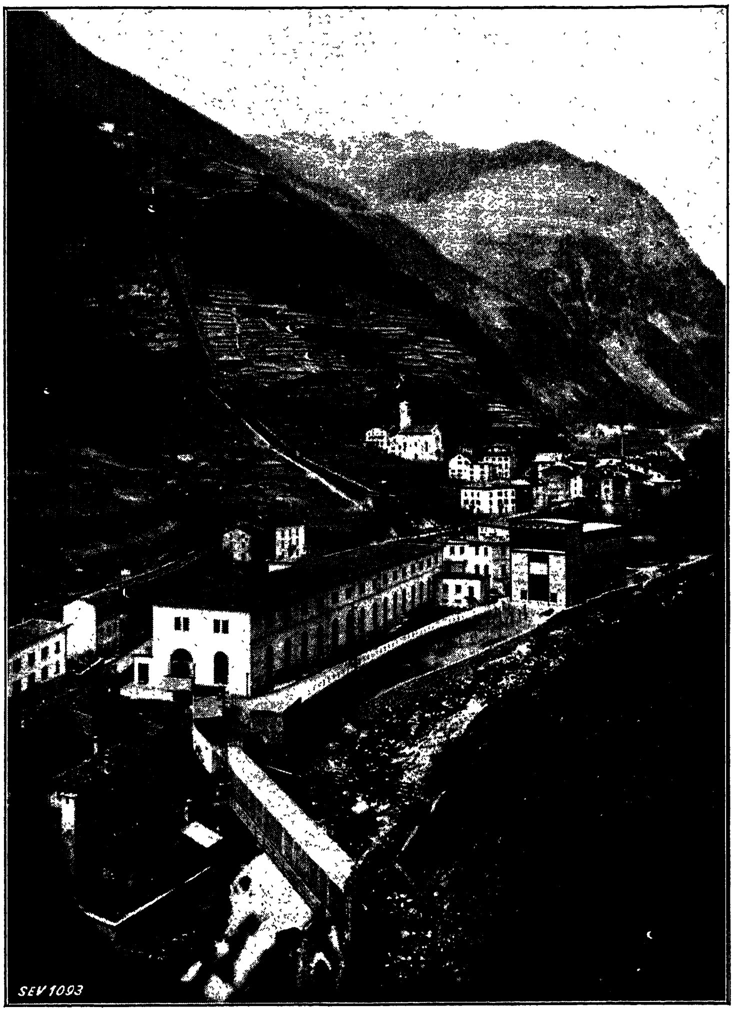


Fig. 5.
Kraftwerk Campocologno. Links Maschinenhaus, rechts die 1927/28 erstellte Transformatorenhalle 50 000 kVA.

Das aus der Hauptturbine austretende Wasser in der unterhalb liegenden grossen Kammer überfällt entweder nach dem Ablaufkanal bei der Schütze von 3 m Breite, um dem vorerst bestehenden Ausgleichbecken und später dem grossen Stausee zuzufliessen, oder es gelangt, wenn die Nebenturbine auf gleicher Welle im Schacht mit der Hauptturbine gekuppelt ist, in die durch einen vorgelagerten Rechen geschützte und mit einem Einlaufkonus versehene Schachtrohrleitung von 1000 mm Durchmesser. Diese führt dasselbe über einen hydraulischen Absperrschieber mit elektrischer Fernbetätigung der Gusspirale der Francis-Turbine zu. Das konische Saugrohr mündet nachher direkt in die vom Palüsee kommende Druckleitung der unteren Anlage Cavaglia. Beide Turbinen

arbeiten gemeinsam auf den im obersten Maschinenraum befindlichen Generator von 10000 kVA. Es sind also folgende Betriebskombinationen möglich:

1. Die Hauptturbine arbeitet allein; das Aufschlagwasser fliesst direkt in den Palüsee.
2. Die beiden Turbinen arbeiten gekuppelt: das Werk Cavaglia verarbeitet weniger Wasser als das Werk Palü; der Ueberschuss fliesst von der Francis-Turbine durch den Zulaufstollen Cavaglia in den Palüsee zurück.
3. Die beiden Turbinen arbeiten gekuppelt; das Werk Cavaglia verarbeitet mehr Wasser als Palü. Der Mehrbedarf fliesst der Rohrleitung Cavaglia aus dem Palüsee zu.

Zwischen der Nebenturbine und dem Anschluss-T-Stück an die Rohrleitung Cavaglia ist ein Abschlusschieber von 1600 mm l. W. angeordnet, damit die Francis-Turbine ohne Rücksicht auf den Wasserstand im Palüsee demontiert werden kann.

Der unter dem Maschinenhaus erstellte Schacht ist genügend gross, um ausser der vertikalen Welle eine Diensttreppe, die Rohrleitung der Wasserzuführung zur Nebenturbine und die Druckleitung der zukünftigen Speicher-Pumpenanlage für das Berninabecken aufzunehmen. Im rechten Winkel dazu ist der nötige Raum für den Transportschacht (3,5×2,5 m) geschaffen worden, welcher mit der kleinen 6 t-Winde des Maschinenhauskrans bedient werden kann. Am Grunde dieses Transportschachtes, auf Bodenhöhe 1919,75, befindet sich auch die Endstation der Seilbahn nach dem Maschinenhaus Cavaglia hinunter.

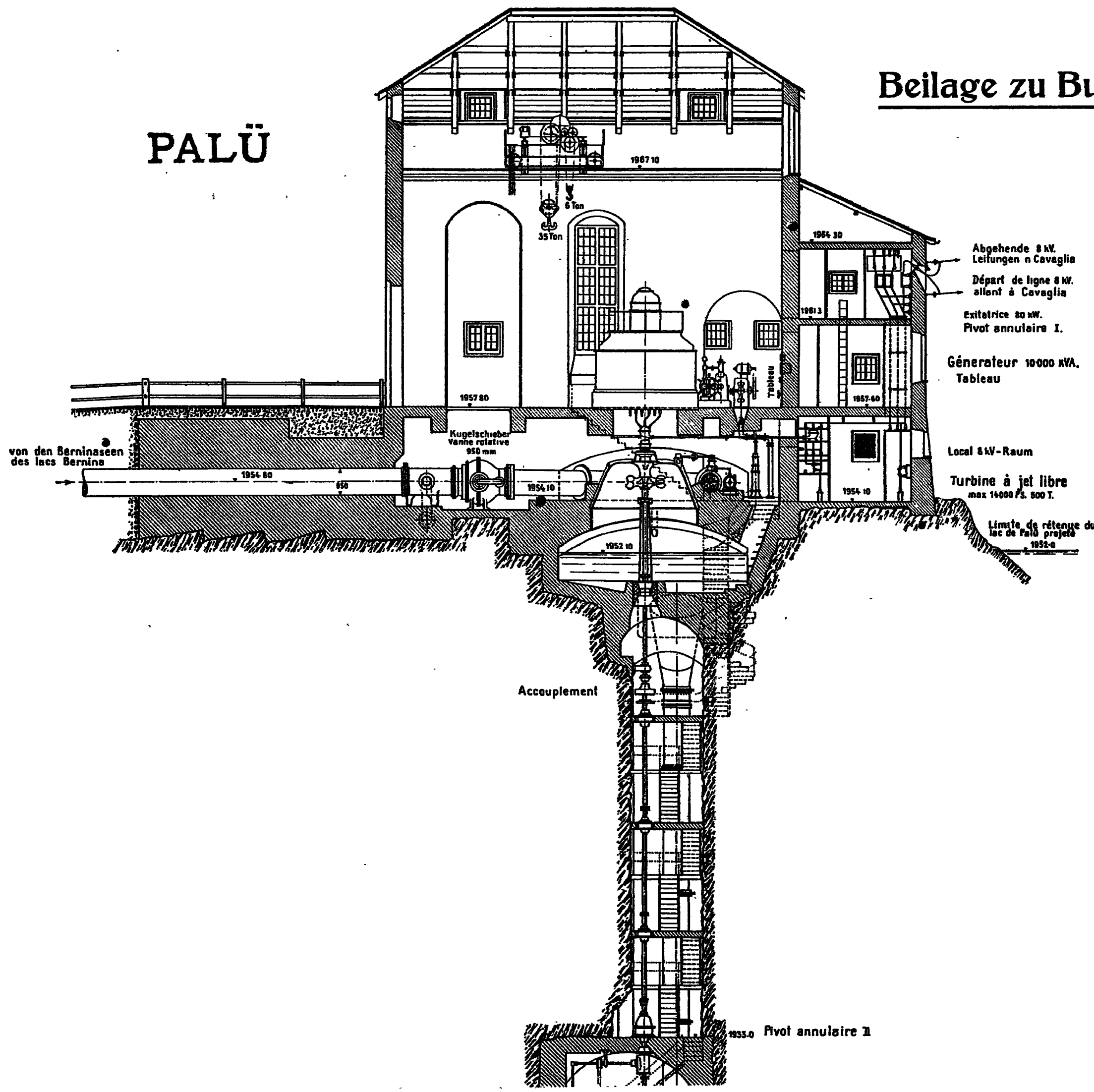
An diesen Raum anschliessend wurde die Felskammer eingesprengt für die zukünftige Pumpenanlage von 600 l/s bei ca. 310 m Förderhöhe, welche nach der späteren Stauerhöhung eine rechtzeitige Auffüllung der Berninaseen im Sommer mit Wasser des Palügletschers sicherstellen soll. Die Kammer ist 4,6 m breit, 18 m tief und maximal 5,2 m hoch. Sie wird einen Laufkran von 10 t Tragkraft erhalten. Die beiden Pumpenaggregate werden mit der Saugleitung an die Druckleitung Cavaglia an den unmittelbar hinter dem Seeabschlusschieber befindlichen Abzweigstutzen von 500 mm Durchmesser angeschlossen. Die Pumpenaxe kommt auf Kote 1920,75 zu stehen. Da der Palü-Seespiegel jederzeit mindestens 3,50 m höher liegt, wird der Zufluss zu den Pumpen stets unter Druck erfolgen, womit eine ständige Betriebsbereitschaft gewährleistet ist. Für den Antrieb der beiden Pumpen werden Drehstrommotoren 8 kV, 1250 kW, 970 U/m aufgestellt. Die Motoren sollen vom Generatorboden aus gesteuert werden können. Das gemeinsame Druckrohr der Pumpen von 550 mm Durchmesser wird im Schacht auf den Turbinenboden hinaufgeführt und auf Kote 1954,80 an die Druckleitung Palü angeschlossen. Vor dem Turbinen-Kugelschieber ist dafür ein Anschlusstutzen mit Keilschieber vorhanden.

Um bei allfälligen Reparaturen der Hauptturbine in Palü an das Werk Cavaglia Wasser abgeben zu können, ist hier bei der Druckleitung Palü ein zweiter Abzweig zu einer Freilaufleitung nach dem Ablaufkanal zum Palüsee eingebaut. Sie ist für eine max. Wasserabgabe von 1,5 m³/s dimensioniert. Als Abschluss gegen die Druckleitung besteht ein Kugelschieber und eine Drosselklappe von 400 mm l. W. Letztere dient zum Einstellen der gewünschten Wassermenge. Das Ausgusstück der Freilaufleitung ist so gebaut, dass die Energie der austretenden Wasserstrahlen, welche gegeneinander gerichtet sind, sich vernichtet. Wenn auch der Bedarf des Werkes Cavaglia zeitweise bis 4,4 m³/s erreicht, so genügt die auf 1,5 m³/s begrenzte Wasserabgabe dieses Freilaufes, da mit dem Palübecken ein Ausgleich vorhanden ist.

Das der Hauptturbine für die Ausnützung zur Verfügung stehende mittlere Bruttogefälle berechnet sich aus der Staukote des Lago della Scala, variierend von 2236 bis 2226 und der Kote 1954,80, Mitte Einlaufspirale. Die Druckverluste in Stollen und Rohrleitung beim Durchfluss der maximal zur Ausnützung gelangenden Wassermenge von 4,4 m³/s wurden zu 20 m ermittelt, so dass für die Turbine

Beilage zu Bull. No. 17.

PALÜ



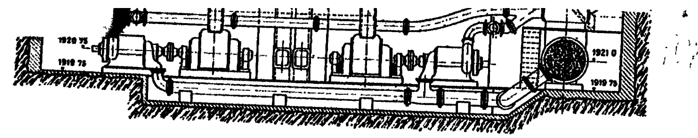


Fig. 6.
Kraftwerk Palü. Schnitt durch die Maschinenhausanlage.

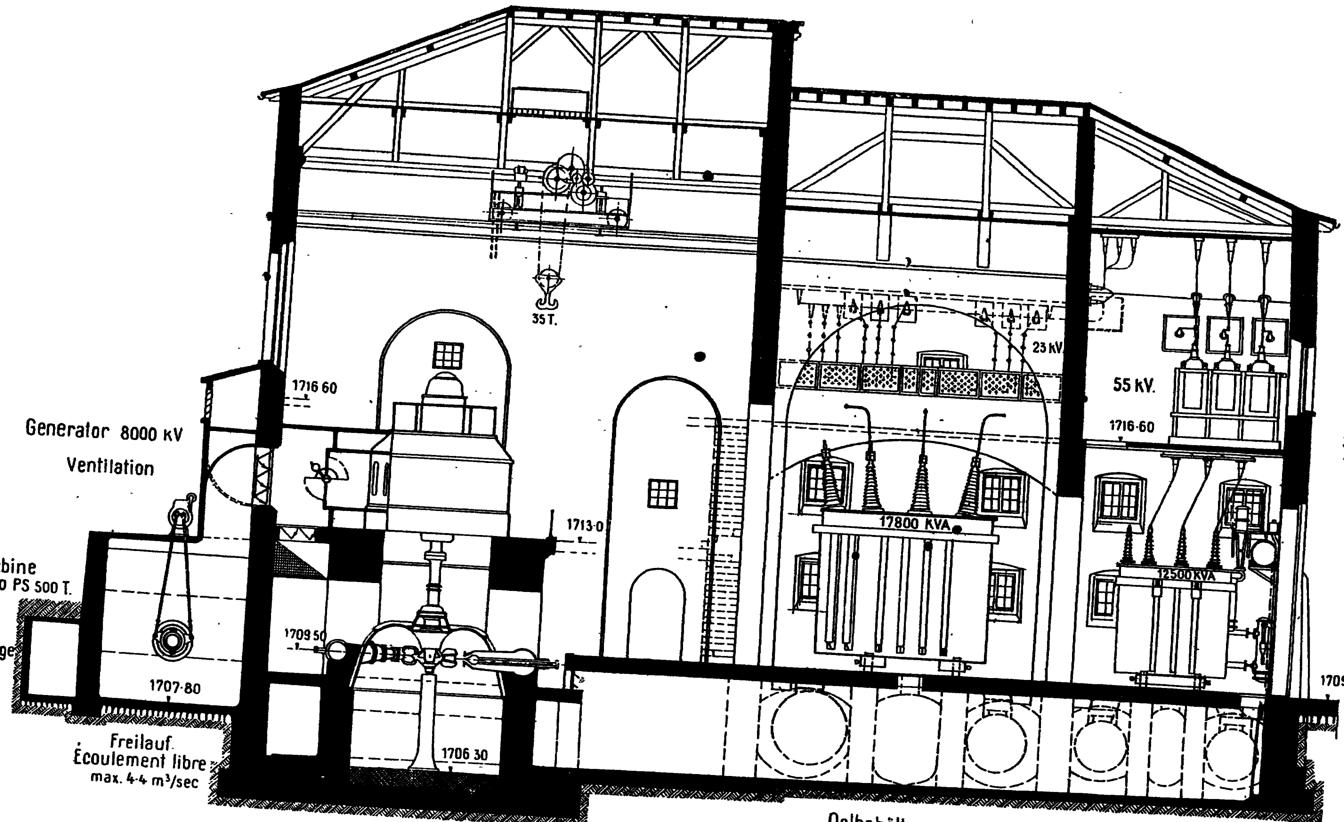
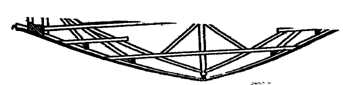


Fig. 8.
Kraftwerk Cavaglia. Längsschnitt durch Maschinenhaus.



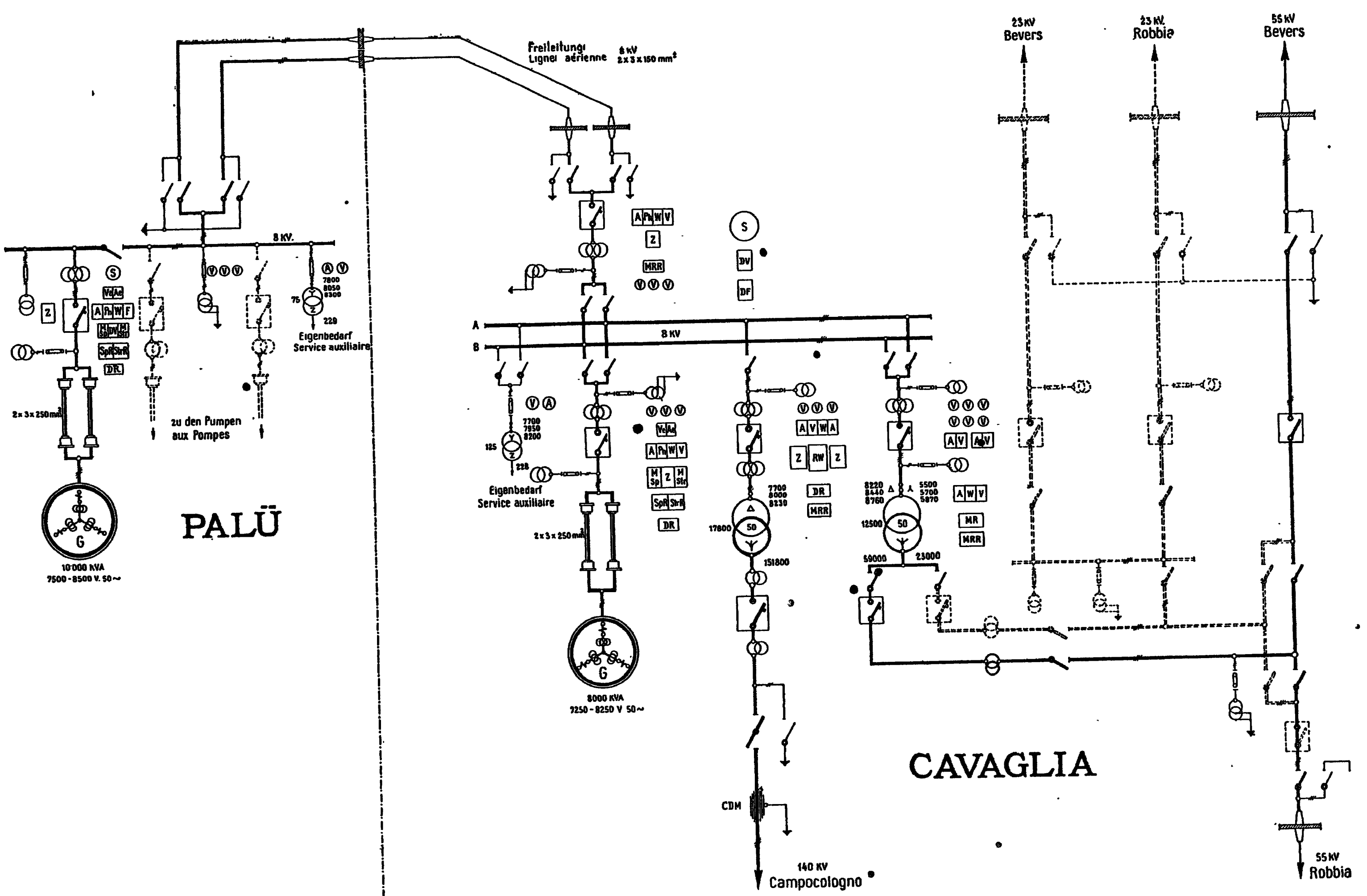


Fig. 10. Kraftwerke Palü-Cavaglia. Schaltungsschema.

S	Synchronoskop	Ae	Erreger-Ampèremeter	Msp	Max. Spannungs-Relais	StrR	Überstromschutzregler BBC	RW	Registrier-Wattmeter
V	Voltmeter	W	Wattmeter	Mstr	Max. Strom-Relais	DR	Differenzial-Relais	DF	Doppelfrequenzmesser
Ve	Erreger-Voltmeter	Ph	Phasenmeter	DV	Doppelvoltmeter	MR	Maximal-Relais	CDM	Kondensatorendurchf. m. Messbelag
A	Ampèremeter	F	Frequenzmesser	SpR	Spannungsregler BBC	MRR	Max. Rückwatt-Relais	Z	Zähler

arbeiten gemeinsam auf den im obersten Maschinenraum befindlichen Generator von 10000 kVA. Es sind also folgende Betriebskombinationen möglich:

1. Die Hauptturbine arbeitet allein; das Aufschlagwasser fliesst direkt in den Palüsee.
2. Die beiden Turbinen arbeiten gekuppelt: das Werk Cavaglia verarbeitet weniger Wasser als das Werk Palü; der Ueberschuss fliesst von der Francis-Turbine durch den Zulaufstollen Cavaglia in den Palüsee zurück.
3. Die beiden Turbinen arbeiten gekuppelt; das Werk Cavaglia verarbeitet mehr Wasser als Palü. Der Mehrbedarf fliesst der Rohrleitung Cavaglia aus dem Palüsee zu.

Zwischen der Nebenturbine und dem Anschluss-T-Stück an die Rohrleitung Cavaglia ist ein Abschlusschieber von 1600 mm l. W. angeordnet, damit die Francis-Turbine ohne Rücksicht auf den Wasserstand im Palüsee demontiert werden kann.

Der unter dem Maschinenhaus erstellte Schacht ist genügend gross, um ausser der vertikalen Welle eine Diensttreppe, die Rohrleitung der Wasserzuführung zur Nebenturbine und die Druckleitung der zukünftigen Speicher-Pumpenanlage für das Berninabecken aufzunehmen. Im rechten Winkel dazu ist der nötige Raum für den Transportschacht (3,5×2,5 m) geschaffen worden, welcher mit der kleinen 6 t-Winde des Maschinenhauskrans bedient werden kann. Am Grunde dieses Transportschachtes, auf Bodenhöhe 1919,75, befindet sich auch die Endstation der Seilbahn nach dem Maschinenhaus Cavaglia hinunter.

An diesen Raum anschliessend wurde die Felskammer eingesprengt für die zukünftige Pumpenanlage von 600 l/s bei ca. 310 m Förderhöhe, welche nach der späteren Stauerhöhung eine rechtzeitige Auffüllung der Berninaseen im Sommer mit Wasser des Palügletschers sicherstellen soll. Die Kammer ist 4,6 m breit, 18 m tief und maximal 5,2 m hoch. Sie wird einen Laufkran von 10 t Tragkraft erhalten. Die beiden Pumpenaggregate werden mit der Saugleitung an die Druckleitung Cavaglia an den unmittelbar hinter dem Seeabschlusschieber befindlichen Abzweigstutzen von 500 mm Durchmesser angeschlossen. Die Pumpenaxe kommt auf Kote 1920,75 zu stehen. Da der Palü-Seespiegel jederzeit mindestens 3,50 m höher liegt, wird der Zufluss zu den Pumpen stets unter Druck erfolgen, womit eine ständige Betriebsbereitschaft gewährleistet ist. Für den Antrieb der beiden Pumpen werden Drehstrommotoren 8 kV, 1250 kW, 970 U/m aufgestellt. Die Motoren sollen vom Generatorboden aus gesteuert werden können. Das gemeinsame Druckrohr der Pumpen von 550 mm Durchmesser wird im Schacht auf den Turbinenboden hinaufgeführt und auf Kote 1954,80 an die Druckleitung Palü angeschlossen. Vor dem Turbinen-Kugelschieber ist dafür ein Anschlusstutzen mit Keilschieber vorhanden.

Um bei allfälligen Reparaturen der Hauptturbine in Palü an das Werk Cavaglia Wasser abgeben zu können, ist hier bei der Druckleitung Palü ein zweiter Abzweig zu einer Freilaufleitung nach dem Ablaufkanal zum Palüsee eingebaut. Sie ist für eine max. Wasserabgabe von 1,5 m^3/s dimensioniert. Als Abschluss gegen die Druckleitung besteht ein Kugelschieber und eine Drosselklappe von 400 mm l. W. Letztere dient zum Einstellen der gewünschten Wassermenge. Das Ausgusstück der Freilaufleitung ist so gebaut, dass die Energie der austretenden Wasserstrahlen, welche gegeneinander gerichtet sind, sich vernichtet. Wenn auch der Bedarf des Werkes Cavaglia zeitweise bis 4,4 m^3/s erreicht, so genügt die auf 1,5 m^3/s begrenzte Wasserabgabe dieses Freilaufes, da mit dem Palübecken ein Ausgleich vorhanden ist.

Das der Hauptturbine für die Ausnützung zur Verfügung stehende mittlere Bruttogefälle berechnet sich aus der Staukote des Lago della Scala, variierend von 2236 bis 2226 und der Kote 1954,80, Mitte Einlaufspirale. Die Druckverluste in Stollen und Rohrleitung beim Durchfluss der maximal zur Ausnützung gelangenden Wassermenge von 4,4 m^3/s wurden zu 20 m ermittelt, so dass für die Turbine

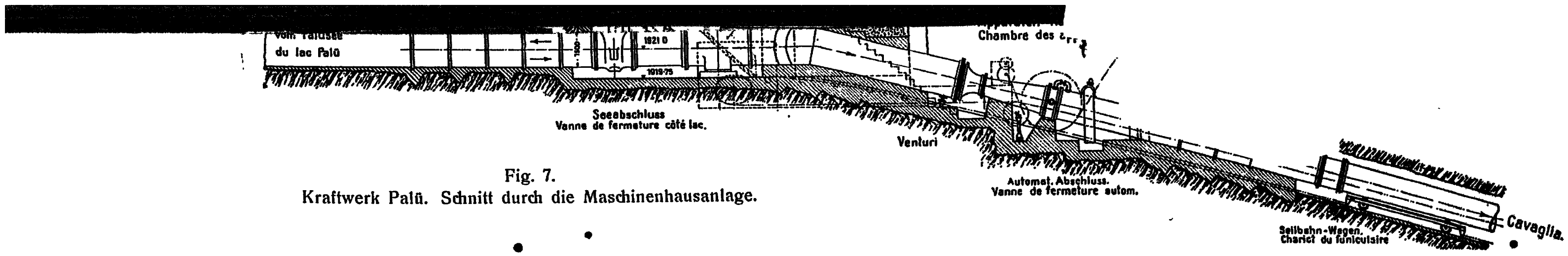


Fig. 7.
Kraftwerk Palü. Schnitt durch die Maschinenhausanlage.

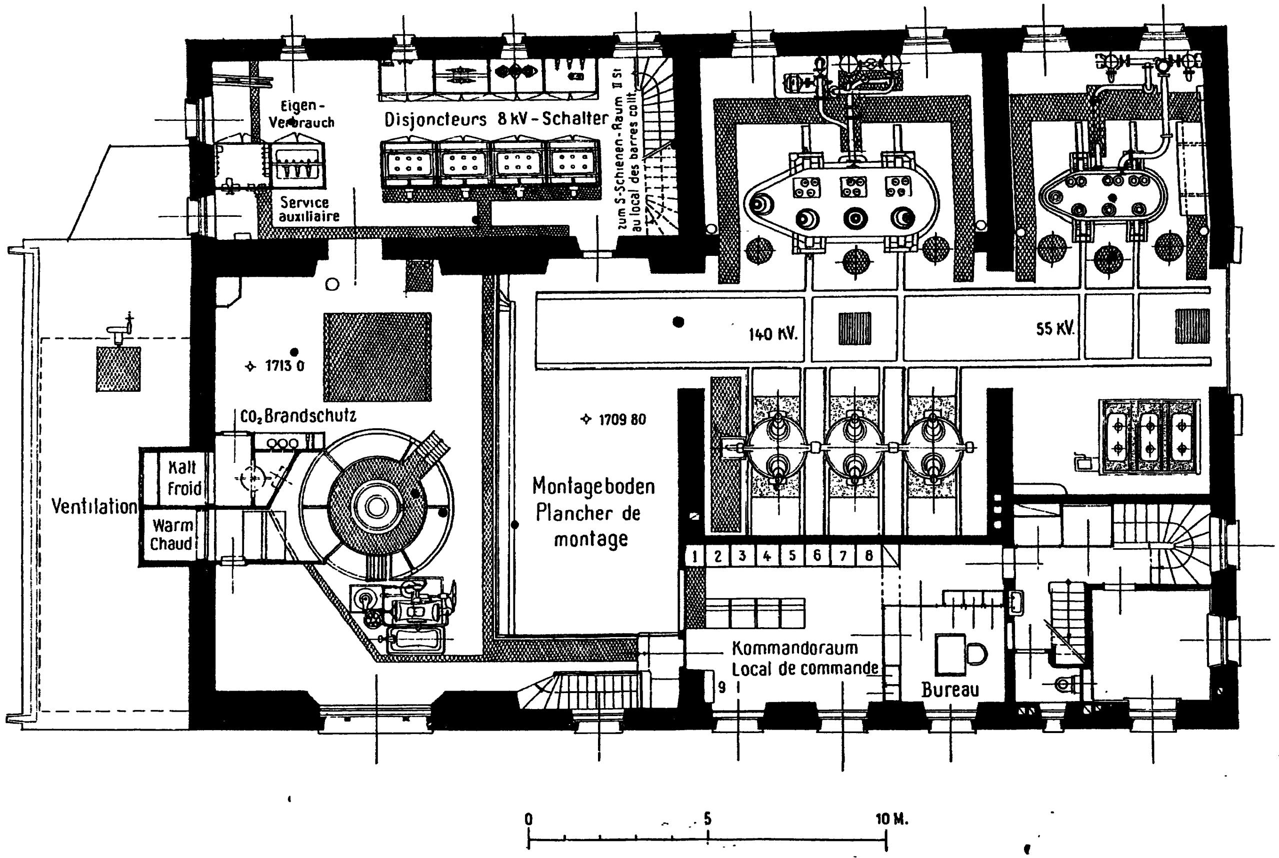


Fig. 9.
Kraftwerk Cavaglia. Grundriss des Maschinenhauses.

bei dieser Wassermenge ein mittleres Nettogefälle von 256 m in Berechnung kommt. Die günstigste Drehzahl ergab sich mit 500 U/m für die Gruppe und eine Ausführung als Freistrahlturbine mit 4 Strahlen.

Die Nebenturbine ist berechnet für ein maximales Gefälle von 28 m und eine sekundliche Wassermenge von 4,4 m³/s. Es ergibt dies eine Leistung bis 900 kW. Sie nimmt natürlich ab, wenn das Wasser im Palüsee steigt und dadurch das Zwischengefälle geringer wird. Bei 5 m Gefälle beträgt sie noch rund 60 kW. Sobald dieser Leistungsgewinn nicht mehr wirtschaftlich ist, wird die Turbine abgekuppelt, was durch die von Hand ausrückbare Zahnradkupplung im vertikalen Wellenstrang ermöglicht wird.

Da diese Turbine niemals allein, sondern nur mit der Hauptturbine zusammenarbeitet, so besitzt sie keine eigene Geschwindigkeitsregulierung. Im normalen Betriebe hat sie aber die ganze ihr von der Hauptturbine zufliessende Wassermenge zu verarbeiten, es muss daher die Leitradöffnung entsprechend dieser gesteuert werden. Zu diesem Zwecke ist ein Oeldruckregulator aufgestellt, dessen Steuerwerk durch einen Schwimmer in Abhängigkeit des Wasserspiegels im Bassin unter der Hauptturbine beeinflusst wird. Da bei plötzlichen Entlastungen der Gruppe die Schwimmregulierung zu langsam arbeitet, steht die Steuerung des Reglers noch in Verbindung mit der Ablenkerregulierung der Hauptturbine.

Die erzeugte elektrische Energie von Palü wird durch zwei auf gemeinsamem Gestänge angebrachten Leistungssträngen 3 × 150 mm² blankem Kupferseil in Generatorspannung nach dem Werk Cavaglia hinunter übertragen. Die Länge dieser Freileitung beträgt 760 m.

Im ersten Ausbau der Anlage Palü-Cavaglia musste vorerst im Talboden der Alp Palü ein Ausgleichbecken für die Anlage Cavaglia gebildet werden, indem die bisherigen Abflussrinnen mit zwei geraden Staudämmen, bei einer Kronenhöhe auf Kote 1927, abzuschliessen waren. Diese Mauern werden für den späteren Bau der grossen, über 40 m hohen Staumauer als Vordämme dienen, damit deren Erstellung ohne Betriebsunterbruch der Werke Palü-Cavaglia durchgeführt werden kann.

Das heutige Ausgleichbecken hat bei einer Ausnützung zwischen den Koten 1927 und 1924 einen Inhalt von 165000 m³.

Unmittelbar an das Kraftwerk Palü schliesst sich die Anlage Cavaglia an. Auf dem Grund des oben beschriebenen Felsschachtes befindet sich der Rohrzapfen und der Abschluss vom Palüsee. Es folgt das Teilstück für den Anschluss der Francis-Turbine und ein im ersten Fixpunkt einbetonierter Rohrbogen von 1500 mm Durchmesser, welcher neben der oberen Seilbahnstation und der Pumpenkammer vorbei in die Axe der direkt daran anschliessenden Apparatenkammer der Anlage Cavaglia einbiegt. Die Apparatenkammer liegt schon im Gefälle der ersten Druckleitungspartie. Wie bei der Anlage Palü enthält sie Venturimessdüse zur Messung der Durchflussmenge, die automatische Drosselklappe von 1200 mm l. W. mit Umlaufleitung und das automatische Lufteinlassventil von 400 mm Durchmesser. Von der Venturidüse wird auch die Membrane betätigt, welche das Auslösen des automatischen Rohrabschlusses bei jeder gewünschten, genau einstellbaren Wassermenge veranlasst. Dieser Rohrabschluss kann ausserdem elektrisch von den Werken Palü und Cavaglia aus betätigt werden.

Der Rohrstollen im Fels und die eingegrabene, gedeckte Galerie zum Maschinenhaus Cavaglia hinunter, mit der Seilbahn, sind ein bequemes Verbindungsmittel zwischen den beiden Werken sowohl für das Personal als auch für den Materialaustausch. Unabhängig von den Witterungsverhältnissen ist der Verkehr zu Fuss oder per Seilbahn sichergestellt. Bei der gegebenen Höhenlage ist dies namentlich im Winter von grosser Bedeutung, weil das Bedienungspersonal nur in der Ortschaft Cavaglia wohnen kann. Mit diesem Verbindungsweg und durch die vom Kommandoraum Cavaglia aus mögliche Steuerung der Hauptturbine Palü sind die beiden Werke zu einer Betriebseinheit mit gemeinsamem Personal und einem Dienstchef verbunden.

Das Maschinenhaus Cavaglia befindet sich im oberen Teil der Cavagliaebene, zwischen der von Alp Grüm steil abfallenden Felswand und dem Palübach. Sie steht etwas erhöht über der Bachrinne in den Wiesen. Das Gebäude besteht aus dem hohen Maschinenraum und dem auf zwei Seiten anliegenden Anbau für die zwei Gross-Transformatoren, den Schaltanlagen 8/140/55 kV, dem Kommandoraum, den Bureaux, Werkstatt und Magazinen. Der mit einem elektrisch angetriebenen Laufkran von 35 t ausgerüstete Maschinenraum enthält eine einzige Maschinengruppe, bestehend aus einer Freistrahlturbine von 7350 kW, welche mit einem Drehstrom-Generator von 8000 kVA gekuppelt ist (Fig. 8 und 9).

Das der Anlage Cavaglia zur Ausnützung verfügbare mittlere Bruttogefälle berechnet sich aus der Staukote des zukünftigen Palüsees, welche sich von Kote 1952 bis 1924 verändern kann, und der Kote Mitte Einlaufspirale auf 1709,50. Nach Abzug der Verluste in der Druckleitung beim Durchfluss der maximal zur Ausnützung gelangenden Wassermenge von 4,4 m³/s ergibt sich ein der Turbine zur Verfügung stehendes Nettogefälle von 220 m. Für diese Verhältnisse können sowohl Francis- wie Freistrahlturbinen in Frage kommen. Da aber Cavaglia bis zum weiteren Ausbau der unten liegenden Anlage Robbia wenigstens im Winter nur bis zur Hälfte dieser maximalen Wassermenge betrieben werden kann, so wurde aus wirtschaftlichen Gründen (besserer Wirkungsgrad während der ersten Betriebsperiode, sowie grössere Unempfindlichkeit bei sandhaltigem Wasser, also geringere Unterhaltungskosten) der Freistrahlturbine der Vorzug gegeben. Die Bedingung hoher Tourenzahl, um die Anschaffungskosten des Generators niedriger zu halten und an Raum zu sparen, ergab, wie für die Anlage Palü, die vertikale Anordnung mit vier Strahlen. Die Freistrahlturbine ergibt für die vorstehenden Verhältnisse berechnet 7800 kW bei 500 U/m.

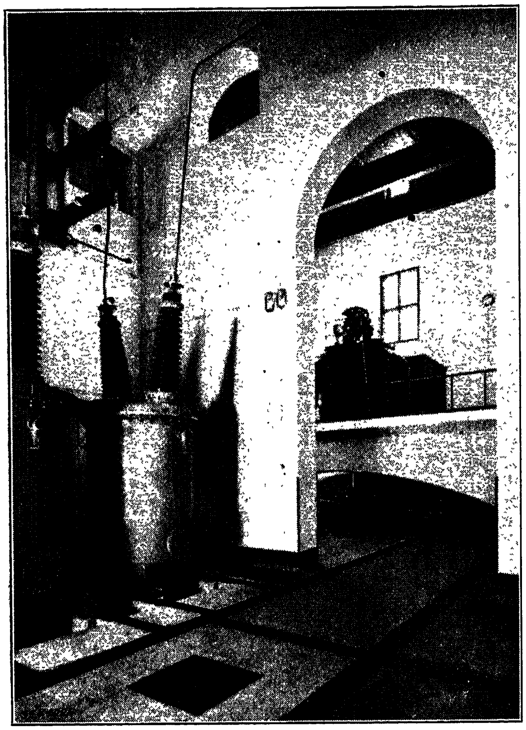


Fig. 11.
Kraftwerk Cavaglia. 150 kV-Schaltergruppe des 17800 kVA-Transformators. Anordnung des Transportgeleises, Blick auf die Generatorengruppe.

Vor dem Kugelschieber der Turbine befindet sich der Abzweigstutzen für die Freilaufleitung, welche in Cavaglia zur Wasserabgabe von 4,4 m³/s, also für den vollen Betrieb des Werkes Robbia nach dem zukünftigen Ausbau, angeordnet worden ist. Einstweilen ist diese Einrichtung für maximal 2,5 m³/s, entsprechend der gegenwärtigen Schluckfähigkeit in Robbia, eingestellt. Die definitive Anordnung soll eine einwandfreie Wasserabgabe bei jeder beliebigen Zwischenstellung von 0,5 bis 4,4 m³/s, ohne nachteilige Vibrationen der Druckleitungsteile, gestatten. Diese Einrichtung, welche wie in der Anlage Palü neuartig ist, an welche aber in Cavaglia bedeutend höhere Anforderungen gestellt werden, hat hier eine konstruktiv schwerere Ausführung als in Palü verlangt. Im gelochten kegelförmigen Ausgussrohr ist noch ein beweglicher Drehkörper eingebaut, der so gebohrt ist, dass die Durchflusslöcher des letzteren in offener Stellung mit denjenigen des äusseren festen Rohrkegels übereinstimmen, in geschlossenem Zustande dagegen überdeckt werden. Um den

Drehkörper bei vollem Druck von über 200 m verhältnismässig leicht bewegen zu können, hat ein Kugellager den sich ergebenden Axialdruck aufzunehmen.

Das Schema Fig. 10 orientiert über die Schalt- und Transformatorenanlage des Werkes Cavaglia, wo auch die von Palü in 8 kV herkommende Energie zur Fernübertragung transformiert wird. Die zweistöckige 8 kV-Schaltanlage befindet sich hinter dem Maschinenraum an der Nordfront. Unten, auf Generatorbodenhöhe, sind die Oelschalter von 1000 A Nennstrom für den Generator Cavaglia und die ankommende 8 kV-Leitung Palü und von 1600 A für die beiden Transformatoren angeordnet. Ueber den Oelschaltern im oberen Raum befinden sich die Einführungen der zwei Leitungsstränge von Palü, die Doppelsammelschienen mit den Trennern, sowie die Strom- und Spannungswandler für die Messinstrumente. Neben dem Montageplatz des Maschinenraumes sind nacheinander die beiden Gross-Transformatoren mit ihren Oelkühlaggregaten und je einer Schaltergruppe der Oberspannungsseite aufgestellt (Fig. 11). Für den Transport der Transformatoren und Schalter unter den gemeinsamen Kran im Maschinenraum wurden im Boden Differdingerträger mit aufgeschweissten Führungsborden eingegossen. Dadurch ist die Verwendung von flachen Transportrollen möglich. Die Laufrollen können nach dem Ausfahren von der Betriebsstelle in den mittleren Gang zur Förderung unter den Kran umgesteckt werden. Ein leichtes, sicheres Fahren ist damit erzielt, unter Wegfall der unbequemen Transportwagen.

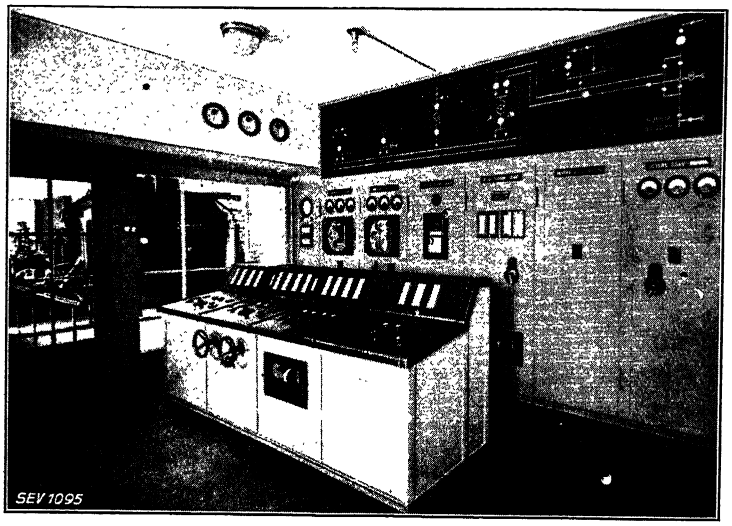


Fig. 12.
Kraftwerk Cavaglia. Kommandoraum.

Für die Energieabgabe in 140 kV besteht ein Dreiphasen-Transformator von 17 800 kVA, der während einer Stunde bis 30 % überlastet werden kann. Diesem Transformator gegenüberliegend ist die Schaltergruppe für 150 kV Nennspannung, 400 A Nennstrom und eine Abschaltleistung bis 1 250 000 kVA eingebaut. Die Fortleitung erfolgt von hier über einen dreipoligen Drehtrenner mit Erdungseinrichtung zu den Gebäudedurchführungen. Diese sind Kondensatordurchführungen aus Repelit für Stromstärken bis 600 A mit Messbandagen. Ueber einen Ladestromwandler wird eine Erdschlussanzeigevorrichtung mit Relais betätigt. Für den Anschluss der abgehenden 140 kV-Leitung besteht eine Loggia mit Vordach.

Für die Energieabgabe in 55 kV ist der zweite Dreiphasen-Transformator von 12 500 kVA ebenfalls mit gegenüberliegender Oelschaltergruppe vorhanden. In dem über diesem Transformator liegenden Stockwerk erfolgt der Anschluss an die Schaltanlage der hier durchgehenden Berninaleitung II.

Der Kommandoraum (Fig. 12) befindet sich direkt an den Maschinenraum anschliessend im ersten Stockwerk an der Südfront. Eine Fensterwand vermittelt den freien Ausblick auf die Hauptmaschinengruppe. Alle Oelschalter in der Schaltanlage Cavaglia können von hier aus betätigt werden. Sie sind, wie auch alle

dreipoligen Trenner, mit Signalkontakten versehen, durch welche das über der Schaltwand befindliche Rückmeldeschema die jeweilige Schaltstellung selbsttätig anzeigt. Ausser der Steuerung für den Betrieb des Generators und der Transformatoren kann vom Schaltpult sowohl die Tourenverstellvorrichtung der Turbine Cavaglia als auch diejenige von Palü für die gewollte Belastung beeinflusst werden. Mittelst Druckknopfsteuerung ist die elektrische Auslösung des Generatorbrandschutzes möglich. Es kann von hier aus auch der Hauptschieber der Turbine betätigt, wie auch der automatische Abschluss der Druckleitung Palü - Cavaglia ausgelöst werden. Die neu erstellte 140 kV-Leitung, welche von Cavaglia nach der 140 kV - Transformatorenstation in Campocologno hinunterführt und dort an die neue Leitungsstrasse durch das Veltlin nach Cislago angeschlossen ist, besteht aus drei Aluminiumseilen, Legierung Aldrey, von je 220 mm² Querschnitt. Der Isolation und den Leiterabständen ist eine Nennspannung von 160 kV zugrunde gelegt. Die Leitung steht seit dem 11. Dezember 1927 mit ca. 140 kV im Betrieb. Die Leitungslänge von Cavaglia bis Campocologno beträgt 19,8 km. Es waren 87 Tragwerke (Fig. 13) notwendig. Die mittlere Spannweite beträgt 228 m, die kleinste 69 m, die grösste 398 m. Die höchsten Masten messen 30,5 m. Sämtliche Eisenmasten sind durch ein über die Mastspitzen gezogenes Erdseil von 50 mm² Querschnitt aus Tiegelguss-Stahldrähten miteinander verbunden. Als Isolatoren sind Kappen-Hängeisolatoren mit 6500 kg garantierter Bruchfestigkeit, mit brauner Glasur verwendet worden, und zwar zu gleichen Teilen V-Ring-Isolatoren Hermsdorf und Kegelkopf-Isolatoren Rosenthal mit ✠ GF ✠ Schiebe-Splint. Auf der Bergstrecke Cavaglia-Robbia sind 8, zwischen Robbia und Campocologno in der Hauptsache nur je 7, vereinzelt auch 8 solcher Glieder eingebaut. Alle Abspannketten haben auf der ganzen Strecke einheitlich 8 Glieder erhalten. Die rund 60 km Aldrey-Seile der Leitung wiegen 37 t. Die Festigkeit des

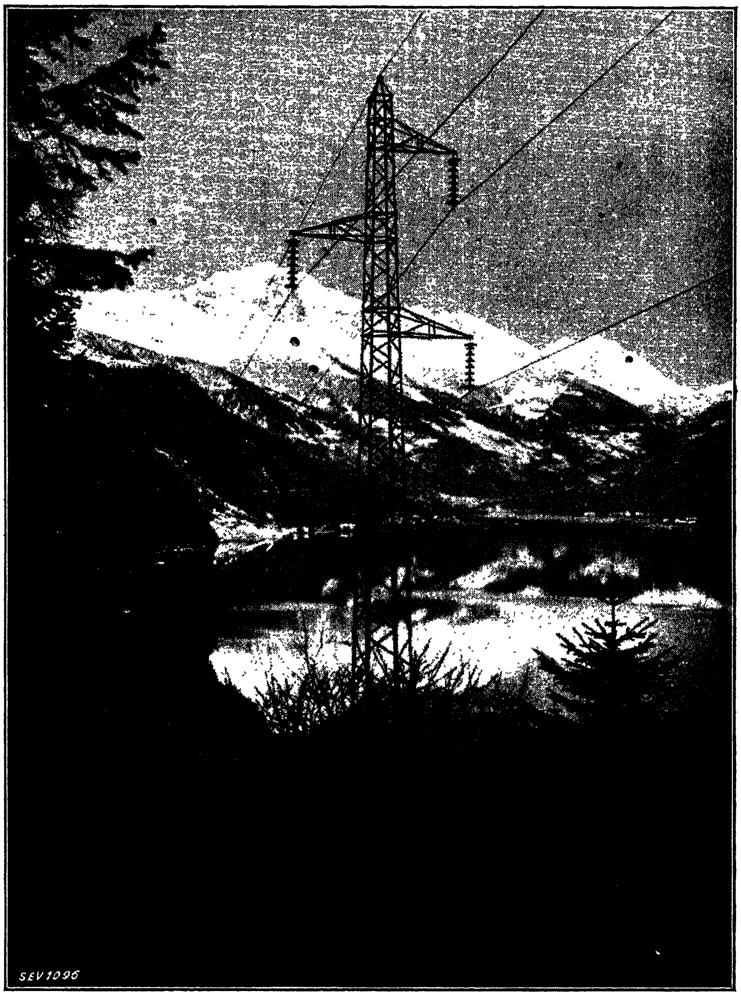


Fig. 13.
140 kV-Leitung Cavaglia-Campocologno, Tragmast No. 61 am Puschlaversee.

Seiles ist mit mindestens 5800 kg garantiert. Für die Durchhangsberechnung wurde eine Montagespannung von 380 kg/cm² bei + 10°C angenommen.

Die neue Transformatorenhalle 50000 kVA, 7/140 kV, in Campocologno, an welche diese von Cavaglia kommende Leitung angeschlossen ist, wurde in den Jahren 1927/28 für die Abgabe der in Campocologno produzierten Energie erstellt (Fig. 14). Sie ist an Stelle der Transformatorenstationen von 7/55 kV in Piattamalan und Campocologno getreten, nachdem bei der Ueberlastung der 55 kV-Leitungsstrasse die Uebertragung nach der Lombardei in 140 kV zu geschehen hatte. Für die Halle ist eine Eisenkonstruktion, die in den lichten Feldern mit Gussbeton ausgefüllt wurde, gewählt worden. Sie ist in den Transformatorenraum im nördlichen Teil und den Montageraum mit Leitungsausführung gegen Süden abgeteilt.

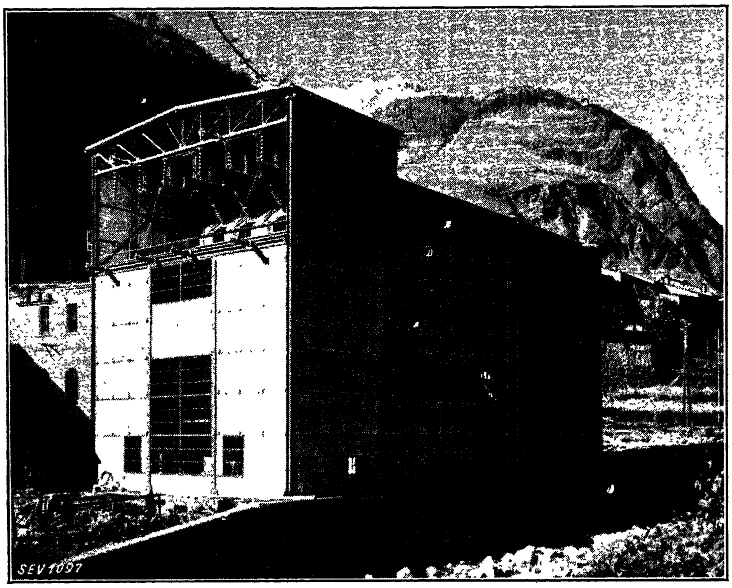


Fig. 14.
Kraftwerk Campocologno. Transformatorenhalle 50000 kVA, 7/140 kV.
Vorn: abgehende 140 kV-Leitungen nach Italien (Cislago).

Der Transformatorenraum mit zwei Gross - Transformatoren von je 25000 kVA, ihren Schaltergruppen und den Doppelsammelschienen der Ueberspannungsseite, sowie einer Schaltergruppe für die von Cavaglia ankommende 140 kV-Leitung, misst an lichter Weite 16,5 m in der Höhe, 14,6 m in der Breite und 26 m in der Länge, Fig. 15 und 16.

Der Montageraum, in den lichten Dimensionen von 12,5 m Höhe und $15{,}1 \times 8{,}4$ m² Fläche, ist mit einem elektrischen Laufkran von 7,5 m Spurweite und 50 t Tragkraft ausgerüstet. Direkt darüber befindet sich der gedeckte, nach Süden geöffnete Raum für die beiden abgehenden 140 kV-Leitungen. Die Zuleitung in 7 kV von den Generatoren nach der Transformatorenhalle erfolgt in einem im Boden verlegten und abgedeckten Kabelkanal. Für jeden Transformator bestehen 6 Dreileiter-Bleikabel von 3×250 mm² Querschnitt.

Die beiden Dreiphasen-Oeltransformatoren von je 25000 kVA Dauerleistung sind mit äusserem Oelumlauf und Wasserkühlung versehen. Sie besitzen herausgeführten Nullpunkt auf der Hochspannungsseite, Wicklungsabstützung mit Federn, Vakuumkasten und einen gemeinschaftlichen Vakuumdeckel. Die Fahrgestelle haben ebenfalls eine spezielle Verstärkung zum Heben der Transformatoren mit hydraulischen Schiffswinden für das Umstecken der Laufrollen im mittleren Gang erhalten. Es besteht hier für den Transport ohne besonderen Transportwagen unter den Montagekran, die gleiche Einrichtung und Geleiseanlage wie in der Anlage Cavaglia. Das Uebersetzungsverhältnis der Transformatoren ist bei Leerlauf 7400/151000 V resp. bei Vollast und $\cos\varphi = 0{,}9$: 7400/143000 V und 1970/97 A. Das Totalgewicht eines Transformators beträgt 86500 kg. Die Transformatoren sind während einer Stunde bis 30 % der normalen Leistung überlastbar.

Jedem Transformator gegenüberliegend ist eine Schaltergruppe für 150 kV Nennspannung, 400 A Nennstrom und eine Abschaltleistung von 1 250 000 kVA eingebaut. Jeder Transformator kann über dreipolige Drehtrenner nach der Schaltergruppe wahlweise auf die Sammelschiene „Carona" oder „Mallero" geschaltet werden. Die Leitungsführung der Oberspannungsseite besteht aus Kupferrohren von 35 mm äusserem Durchmesser und 2,5 mm Wandstärke.

An der Nordfront ist die von Cavaglia ankommende 140 kV-Leitung eingeführt. Die Durchführungsisolatoren aus Haefelit sind mit schiefem Flansch an der vertikalen Gebäudewand befestigt und durch ein weites Vordach geschützt. Die drei Aluminiumseile der Freileitung sind am Vordach verankert. Unmittelbar nach der Einführung ist ein dreipoliger Drehtrenner mit Erdungseinrichtung und eine gleiche Schaltergruppe wie für die beiden Transformatoren vorhanden. Die Leitung von Cavaglia kann über Drehtrenner wahlweise auf die beiden Sammelschienen angeschlossen werden.

An der Südfront über dem Montageraum befinden sich die sechs Gebäudedurchführungen der beiden nach Italien abgehenden Leitungen „Carona" und „Mallero". Sie entsprechen in der Ausführung aus Repelit den Kondensatordurchführungen der Anlage Cavaglia und haben für die Erdschlusskontrolle und eine Synchronisierungseinrichtung Kondensatormessbandagen. In dem nach Süden offenen Raum der Durchführungen besteht in jeder abgehenden Leitung je ein an der Decke aufgehängter dreipoliger Trenner mit Erdungseinrichtung. Die sechs Seile der Freileitung sind an der Südfront verankert. Der erste Mast, nach einer Spannweite von 301 m, liegt bereits auf italienischem Boden.

Die Steuerung von allen Oelschaltern der Transformatorenhalle erfolgt vom Schaltpult aus beim Kom-

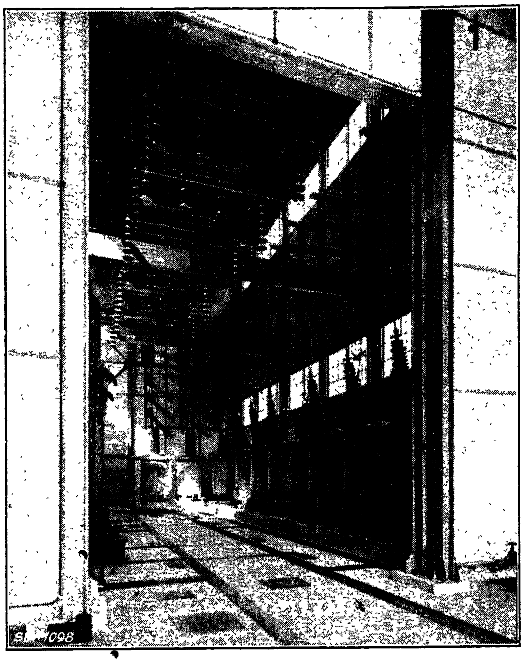


Fig. 15.
Kraftwerk Campocologno. Transformatorenhalle 50 000 kVA. Blick von der Montagehalle. Hinten: ankommende 140 kV-Leitung von Cavaglia. Oelschaltergruppen 150 kV Nennspannung. 400 A Nennstrom.

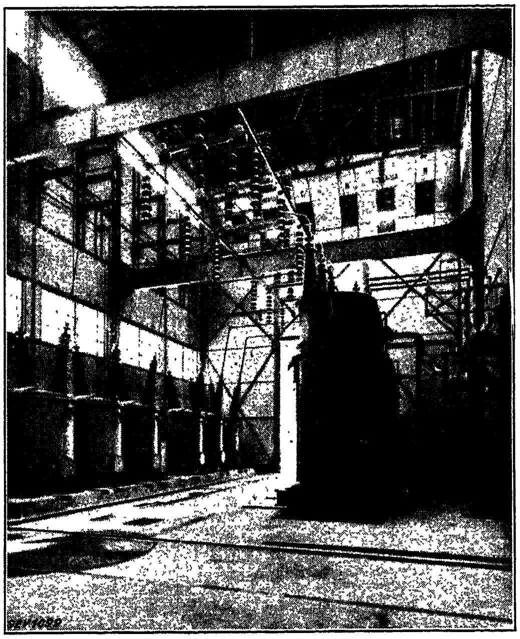


Fig. 16.
Kraftwerk Campocologno. Transformatorenhalle 50 000 kVA. Blick gegen die Montagehalle und Leitungsausführungen nach Italien. Von rechts nach links: Verbindungskabel 7 kV, Oelkühler, Transformatoren 25 000 kVA, Oelschaltergruppen 150 kV.

mandostand im Maschinenraum. Durch Signalkontakte wird die jeweilige Stellung der Trenner und Oelschalter selbsttätig am Rückmeldeschema auf dem Schaltpult des Kommandostandes im Maschinenraum angezeigt.

Einen vollständigen, noch eingehenderen Ueberblick von sämtlichen bestehenden Anlagen der Kraftwerke Brusio und ihrer Entwicklung vermittelt die eingangs in der Fussnote erwähnte Festschrift, welche in deutscher und französischer Auflage im Juni 1929 erschienen ist.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Die elektrische Waschküche [1]).

Von dipl. Ing. *A. Härry*, Zürich.

644.26

In der Waschküche hat die Elektrizität schon lange Eingang gefunden zum Betriebe der verschiedenen mechanischen Einrichtungen: Waschmaschinen, Auswindmaschinen, Trockenschleudern. Die Waschküche braucht aber auch viel heisses Wasser. Der Waschkessel wurde bisher mit Holz und Kohle, seltener mit Gas, beheizt. Nun hat auch die elektrische Heizung mit Erfolg Eingang gefunden, so dass die Waschküche voll elektrifiziert werden kann.

Die elektrische Heizung dient als Ergänzung des Heisswasserbezuges aus einem Heisswasserspeicher oder einer Fernheizung, sie kann aber auch den gesamten Heisswasserbedarf decken. Der Wasserkessel hat dann einen Wassermantel (Schiff), der als Heisswasserspeicher zur Ausnutzung der billigen Nachtkraft dient, ein zweiter Heizkörper bringt das vorgewärmte Wasser auf Kochtemperatur.

Betriebserfahrungen in vollelektrischen Küchen beider Systeme beweisen, dass der vollelektrische Betrieb der Waschküche mit üblichen Strompreisen für Wärmeanwendungen wirtschaftlich möglich ist. Die vielen Vorteile des elektrischen Betriebes werden zu einer grossen Entwicklung auf diesem Gebiete führen.

Allgemeines.

Bisher beschränkte sich die Verwendung der Elektrizität in der Waschküche auf den motorischen Betrieb der verschiedenen Wäschereimaschinen. Besonders in den Vereinigten Staaten von Amerika sind eine Reihe guter und leistungsfähiger Systeme elektrischer Waschmaschinen ausgebildet worden, die zum Teil auch in unserem Lande Eingang gefunden haben. In Europa und speziell in der Schweiz haben die wenigen inländischen Konstruktionen bisher nur langsam Eingang gefunden. Das wird sich mit der Möglichkeit des vollelektrischen Betriebes: elektromotorischer Antrieb und elektrische Heisswasserbereitung, zweifellos ändern.

Die Technik des Waschens.

Bei dem in der Schweiz üblichen Waschverfahren kommen folgende Arbeiten in Frage:

1. Einweichen der Wäsche in enthärtetem kaltem oder lauem Wasser von nicht über 40 bis 45° C.
2. Spülen der Wäsche mit warmem Wasser.
3. Auswinden der Wäsche von Hand, im Wringer oder in Trockenschleudern.
4. Einseifen der Wäsche bei (Waschmaschinen).
5. Mechanische Behandlung der Wäsche in heissem Wasser unter Zusatz von Soda, Seife, Waschpulver (Lauge).
6. Kochen der Wäsche im Waschkessel.
7. Brühen der klar gewordenen Wäsche mit kochendem Wasser.
8. Spülen der Wäsche mit viel reinem, kalten Wasser.
9. Vortrocknen der Wäsche durch Auspressen von Hand, im Wringer oder in Trockenschleudern.
10. Fertigtrocknen der Wäsche durch Lufttrocknung im Freien oder in Trockenräumen.

Aus der Darstellung des Waschvorganges erkennt man, wo ein Ersatz der Handarbeit durch motorischen Betrieb und ein Ersatz von Brennmaterialien (Holz, Kohle, Gas) durch elektrisch erzeugte Wärme möglich ist.

Man wird zunächst die Handarbeit durch motorischen Betrieb zu ersetzen suchen, was bereits in ausgedehntem Masse geschieht. In zweiter Linie wird man bestrebt sein, die Brennmaterialien durch elektrischen Strom zu ersetzen, was sehr grosse Vorteile bietet.

Die folgenden Abschnitte befassen sich mit der Verwendung der Elektrizität in der Waschküche für den motorischen Antrieb und die Beheizung.

Die mechanischen Einrichtungen der elektrischen Waschküche.

Der mechanische Betrieb kommt in Frage beim Auswinden und Vortrocknen der Wäsche sowie beim eigentlichen Waschvorgang.

a) Wringer und Trockenschleudern. Zum Auswinden und Vortrocknen der Wäsche dienen die sogenannten Wringer und Trockenschleudern.

Beim Wringer wird die nasse Wäsche zwischen zwei Gummiwalzen durchgepresst. Dabei kann auch ein Elektromotor verwendet werden. Ich beschreibe ein solches System bei den kombinierten Waschmaschinen.

Besser erfolgt das Auswinden und Vortrocknen der Wäsche in der *Trockenschleuder*. Durch

---

[1]) Der vollständige Aufsatz erschien in der „Schweiz. Wasserwirtschaft" vom 25. Juli 1929. Sonderabzüge sind zum Preise von Fr. —.45 per Stück beim Sekretariat des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes, 10, St. Peterstrasse, Zürich 1 zu beziehen. Die Klischees sind uns von diesem Verband zur Verfügung gestellt worden.

die Zentrifugalkraft einer sich rasch drehenden, die Wäsche enthaltenden Trommel wird die Waschflüssigkeit (Einweichwasser und Spülwasser) herausgeschleudert, um sich zwischen Schleuder und Aussenmantel wieder zu sammeln und abzufliessen. Der Elektromotor sitzt unterhalb der Trommel; er ist mit dieser direkt gekuppelt und spritz- und tropfwasserdicht eingekapselt (siehe Fig. 1).

b) Waschmaschinen. Die Waschmaschinen besorgen das eigentliche Waschen. Die Waschapparate zerfallen in zwei Gruppen. Bei der



Fig. 1.
Wäschezentrifuge „Cleis".

einen Gruppe ruht die Wäsche und die Lauge wird zwangsläufig bewegt; bei der anderen Gruppe wird die Wäsche bewegt und die Lauge ruht.

α) Waschapparate mit ruhendem Waschgut und bewegter Waschflüssigkeit. Die kochende Lauge wird zuerst zwangsläufig nach oben geführt und durchdringt auf ihrem Rückwege die Wäsche. Dieser Vorgang muss längere Zeit dauern.

Auf diesem Prinzip beruht der «Protos-Waschautomat», ein Erzeugnis der Siemens-Schuckert-Werke (siehe Fig. 2). Es ist ein elektrisch beheizter Waschkessel mit Sprudeleinrichtung. Nach dem Einlegen der Wäsche und Einschalten des Stromes beginnt nach einigen Stunden die heisse Seifenlauge in einem Sprudelrohr aufzusteigen und rieselt, mit immer rascher aufeinander folgenden Stössen über die Wäsche und durch sie hindurch. Nach etwa 7 bis 8 Stunden wird abgeschaltet. Mit Vorteil wird billiger Nachtstrom verwendet.

β) Waschapparate mit bewegtem Waschgut und ruhender Waschflüssigkeit. Die Vorrichtungen umfassen die eigentlichen Waschmaschinen mit motorischem Antrieb. Die Wäsche wird dabei vorwiegend durch Reibung gereinigt. Bei der Bewegung tritt Reibung sowohl zwischen den Wäschestücken selbst als auch zwischen diesen und der Behälterwand auf.

Bei der Trommelwaschmaschine befindet sich die Wäsche in einer um eine horizontale Achse drehbaren Trommel, die sich in der Waschlauge bewegt. Die Wäsche wird durch die Reibung an der Trommelwand und durch besondere Mitnehmer hochgehoben und fällt, wenn sie einen gewissen Höhepunkt erreicht hat, wieder in die Waschlauge zurück. Die Drehrichtung wird dabei etwa fünfmal in der Minute gewechselt. Ich beschränke mich auf die Wiedergabe der Abbildungen von zwei Waschmaschinen, die mit elektrischer Heizung versehen sind (Fig. 3 und 4).

γ) Kombinierte Waschmaschinen. Bei diesen Maschinen geschieht das Waschen und Ausschleudern in derselben Maschine, man erspart also eine besondere Trockenschleuder und vereinfacht den Waschprozess. In der Schweiz sind zwei ausländische Fabrikate dieser Art in Gebrauch: Der elektrische «*Savage*»-Wascher als kombinierte Wasch-, Spül- und Ausschwingmaschine ist ein Erzeugnis der Savage Arms Corporation in Utica (U. S. A.) (Fig. 5). Die Waschtrommel läuft in der Wäschestellung mit 30 U/m und in der Schleuderstellung als Korbzentrifuge mit 700 U/m, wobei der Uebersetzungswechsel durch eine blosse Kippbewegung der Trommel erzielt wird.

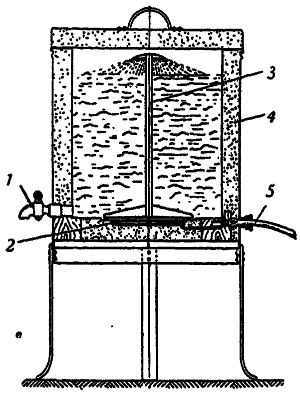
Der «*Protos - Wascher*» der Siemens-Schuckert - Werke (Fig. 6) ist ebenfalls eine Vereinigung von Waschmaschine und Trockenschleuder. Zum Waschen und Spülen wird der Turbowascher schräg gestellt, die Trommel rotiert mit 25 U/m. Zum Ausschleudern der Waschflüssigkeit wird der Turbowascher wieder aufgerichtet und durch selbsttätige Umschaltung des Getriebes dreht sich die Waschtrommel in dieser Lage mit ungefähr 500 U/m.

Die «*Susa*»-Waschmaschine der Firma Sprecher & Schuh in Aarau ist eine Kombination einer Trommelwaschmaschine mit einem Auswinder, der an Stelle einer Trockenschleuder tritt (Fig. 7). Die Maschine besteht aus vier Gruppen von Bestandteilen:

1. Trog mit Waschzylinder;
2. Auswinder mit Sicherheitslösung;
3. Antriebsmechanismus mit Umkehrkuppelung;
4. Elektromotor mit Anschlusskabel und Stecker.

Der Elektromotor besorgt das Waschen in der Trommel und das Auswinden.

Die Waschmaschine «*Orion*» (Fig. 8) dient dazu, kleinere Mengen Wäsche zu waschen. Der Waschvorgang besteht in einem Tauchen der Wäsche durch einen elektromotorischen Antrieb.



1: Abflußhahn
2: Heizelement
3: Sprudler
4: Wärmeisolation
5: Anschlußleitung mit Erdungsader

Fig. 2.
„Protos" Waschautomat.

Die elektrische Heizung der Waschmaschinen.

Wie aus der Zusammenstellung der einzelnen Phasen des Waschvorganges hervorgeht, braucht es dabei ziemlich grosse Mengen heisses Wasser, das beim Kochen der Wäsche bis auf den Siedepunkt erhitzt werden muss. Seine wirtschaftliche Erzeugung spielt daher eine wichtige Rolle.

Bisher wurden zum Heizen des Waschkessels Holz und Kohle, seltener Gas verwendet. In neuerer Zeit ist auch die elektrische Beheizung mit bestem Erfolg angewendet worden und es scheint, dass sich den Elektrizitätswerken damit ein neues und dankbares Absatzgebiet erschliesst.

Die Vorzüge der elektrisch beheizten Waschkessel sind: Wegfall jeden Brennstoffes fester, flüssiger oder gasförmiger Art aus der Waschküche, Wegfall des Anfeuerns, Anlegens von Brennstoff, von Staub, Russ, Rauch, Asche, giftiger und explosionsgefährlicher Gase. Ein Kaminanschluss der Waschküche ist nicht mehr nötig. Die elektrische Heizung ist hygienisch unübertroffen, die Bedienung der elektrischen Schalter einfach.

Man unterscheidet zwei Systeme elektrisch beheizter Waschkessel:

a) Der gesamte Heisswasserbedarf wird im Waschkessel erzeugt. Dieser enthält ein Reservoir und den Laugenkessel mit je einem elektrischen Heizkörper versehen.

b) Das Heisswasser wird zugeleitet von einem Heisswasserspeicher oder einer Fernheizung. Der Waschkessel enthält kein Reservoir, sondern nur den elektrisch beheizten Laugenkessel, in dem das heisse Wasser auf Siedetemperatur gebracht wird.

a) Elektrisch beheizte Waschkessel mit Wasserreservoir und Laugenkessel.

Gesamter Heisswasserbedarf im Waschkessel erzeugt.

(«Electro»-Waschherd, System Egli, Zürich.)

Der elektrische Waschkessel hat die äussere Form eines normalen Waschkessels für Holz- bzw. Kohlenfeuerung. Bei kombiniertem Betrieb mit Nacht- und Tageskraft ist die Arbeitsweise folgende:

1. Zur Beheizung des äussern, ca. 150 Liter fassenden Wassermantels (Reservoir oder Schiff

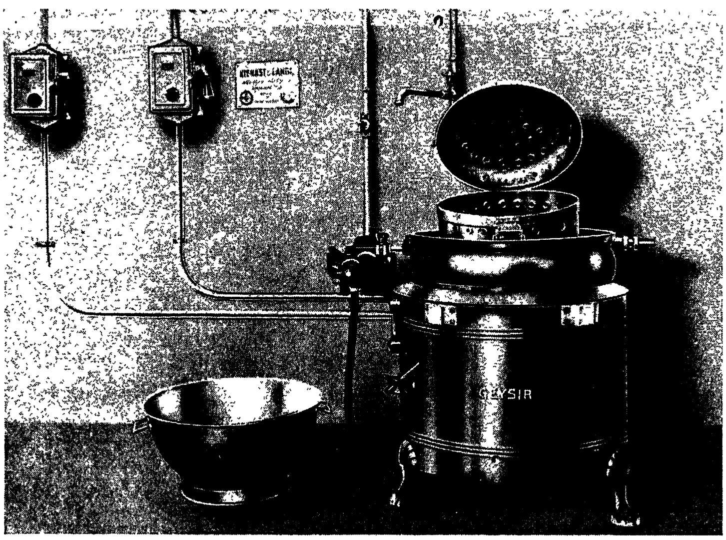


Fig. 3.
Elektrische Waschmaschine „Geysir" in Verbindung mit zentraler Warmwasserversorgung.

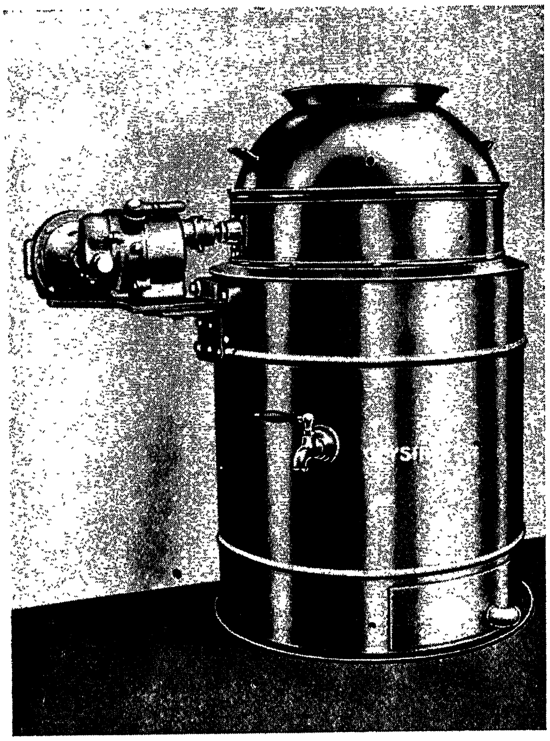


Fig. 4.
Elektrische Waschmaschine „Geysir" mit Wasserreservoir 330 Liter Inhalt.

genannt), dienen drei unten in den Kessel horizontal angeordnete Heizelemente von je 600 Watt, zusammen also 1800 Watt Nennleistung (Fig. 10).

2. Der innere ca. 70 Liter fassende Wäschekessel (Laugenbehälter) wird durch ein direkt an die Kesselwand anliegendes Heizband von total 4400 Watt Leistungsaufnahme geheizt (Fig. 9.).

Die Arbeitsweise ist für diese Waschmaschine folgende:

Der auf Bild No. 9 rechts an der Wand montierte Spezialschalter weist eine 0-Stellung und 3 Arbeitsstellungen auf.

Am Vorabend der Wäsche wird der Schalter auf Stellung 2 eingestellt, wodurch das Wasserreservoir voll, d. h. mit 1800 Watt, und der Kessel mit 800 Watt eingeschaltet werden. Dadurch wird durch den billigen Nachtstrom das im Reservoir und im Wäschekessel befindliche Wasser in 9 Stunden auf ungefähr Siedetemperatur erhitzt.

Mit der eigentlichen Wäsche kann also am frühen Morgen sofort begonnen werden, indem nun je nach Bedarf das Wasser bzw. die Lauge im Wäschekessel, durch Schalterstellung 3, schnell (4400 Watt) zum Kochen und nachher auf Stellung 1 (800 Watt) zum langsamen Weiterkochen gebracht wird.

Sollte das im Reservoir vorhandene heisse Wasser nicht für die ganze Wäsche ausreichen, so ist der Schalter auf Stellung 2 zu bringen, wodurch 800 Watt auf den Kessel zum Weiterkochen der Wäsche geschaltet werden und zugleich das Reservoir mit 1800 Watt eingeschaltet und heisses Wasser zubereitet wird.

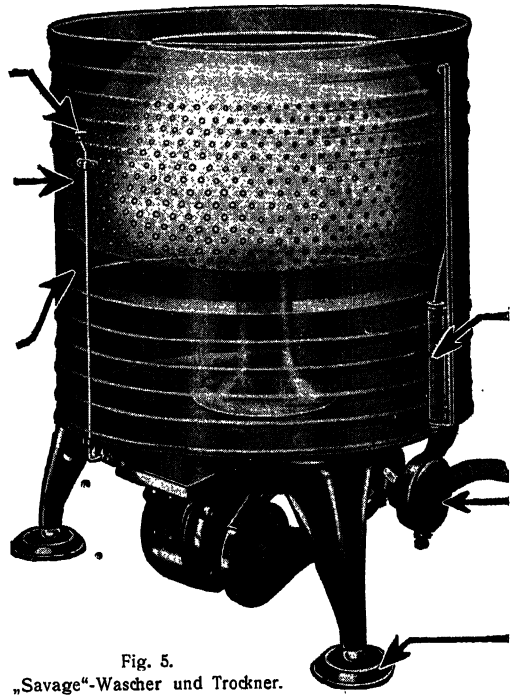


Fig. 5.
„Savage"-Wascher und Trockner.

Beim Waschherd zum Betrieb mit Tageskraft ist die Ausführung dem vorbeschriebenen Herd ähnlich, nur dass die Heizkörper andere Stromaufnahmen aufweisen. Das Reservoir



Fig. 6.
Protos-Turbowascher in schräger Waschstellung mit geschlossener Waschtrommel.

nimmt 4500 Watt auf. Der Wäschekessel hat 3 Heizkörper zu je 1800 Watt. Mittels des Spezialschalters wird auf Stellung 1 der innere Kessel mit 1800 Watt eingeschalten. Stellung 2 schaltet wieder den inneren Kessel mit 1800 Watt ein und zudem die 3 Reservoirheizkörper

mit 4500 Watt, so dass also total 6,3 kW als Höchstbelastung eingeschaltet sind. Stellung 3 schaltet die 3 Heizkörper von 5400 Watt des innern Kessels ein.

Je nach Bedarf wird nun der Spezialschalter so eingestellt, dass entweder im Reservoir heisses Wasser zubereitet oder die Wäsche im Kessel zum Sieden gebracht oder (Stellung 1) die Wäsche langsam weitergesotten wird.

Das bisher vom Waschherd Gesagte gilt analog für die Waschmaschine nach Fig. 4.

Fig. 10. zeigt den Waschkessel im Aufriss und in einem senkrechten Schnitt durch den Unterteil. *a* ist der Wassermantel, in den mit wenig Spielraum der Waschkessel *b* eingesetzt ist. In den Unterteil des Wassermantels *a* sind die Heizstäbe *c* so eingebaut, dass die sie umgebenden Röhren leicht herausgenommen werden können, wenn sie gereinigt und vom Kesselstein befreit werden sollen. Der Waschkessel *b* enthält in seinem Unterteil drei zylindrisch verlaufende Heizkörper *d*, die mittels Stufenschal-



Fig. 7.
„Susa"-Waschmaschine in Funktion.

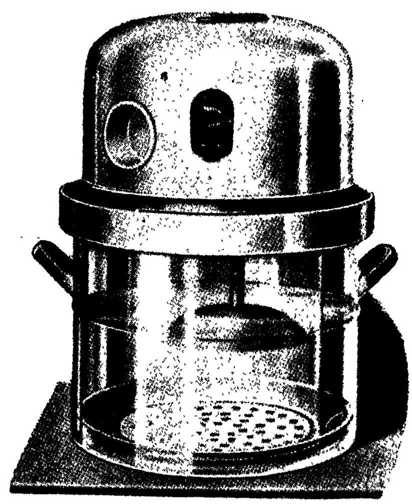


Fig. 8.
„Orion" Kleinwaschautomat.

Stromverbrauch von elektrischen Waschküchen in Mehrfamilienhäusern in Zürich[1])

ausgerüstet mit elektrisch beheizten Waschmaschinen, System Egli (mit Wasserschiff).
Das gesamte Warmwasser wird im Waschherd erzeugt.

Tabelle I.

Familien-Mitglieder	Anzahl der Familien	Personen-zahl	Monats-Waschtage-Anzahl	Stromverbrauch			
				Tagesstrom kWh	Nachtstrom kWh	Total kWh	p. Waschtag kWh
1	4	4	18	262	469	731	40,6
2	40	80	249	4 899	6 854	11 753	47,2
3	29	87	169	3 682	4 840	8 522	50,4
4	6	24	39	1 124	1 255	2 379	61,0
Ueber 4	10	55	89	2 911	2 113	5 024	56,4
Total	89	250	564	12 878	15 531	28 409	

[1]) In den Stromverbrauchszahlen ist auch der geringfügige Konsum des Elektromotors inbegriffen.

ter einzeln eingeschaltet werden können, um je nach Bedürfnis ⅓, ⅔ oder ³/₃ des Anschlusswertes einschalten zu können. Mittels des gleichen Spezialschalters kann der Strom von den Heizkörpern *c* auf die Heizkörper *d* umgeschaltet werden und umgekehrt, oder es können auch beide Heizvorrichtungen gleichzeitig eingeschaltet sein. Oben auf dem Wassermantel *a* befindet sich der von elektrischen Heizkesseln her bekannte automatische Wärmeregler *f*, der die Heizvorrichtung selbsttätig ausschaltet, wenn das im Mantel *a* befindliche Wasser die gewünschte Temperatur erreicht hat. In der Praxis hat sich allerdings diese automatische Temperaturregelung als nicht notwendig erwiesen.

Die Heizkörper *c* können statt liegend auch stehend angebracht werden. Den Wassermantel *a* wird man zweckmässigerweise mit einer äussern Wärmeisolierung versehen.

Zur Feststellung des *Stromverbrauches* solcher Wascheinrichtungen habe ich bei verschiedenen Baugenossenschaften in Zürich Erhebungen anstellen lassen, die ein gutes Bild über die Wirtschaftlichkeit verschaffen. Es handelt sich hier um Gemeinschaftswaschküchen in Mehrfamilienhäusern, in denen jede Haushaltung im Turnus wäscht. Der Stromverbrauch jedes Wäschetages wird auf einer Tabelle, die vor der Waschküche hängt, durch Aufzeichnen des Zählerstandes vor und nach der Wäsche festgestellt. Als Grundlage der Erhebung dient der Verbrauch pro Wäschetag, und zwar getrennt in Nacht- und Tagesbelastung. Der Stromverbrauch ist abhängig vom Lebensstandard der Familie, von der Zahl der Personen und von der Zeit zwischen zwei Wäschetagen. Da diese Zeit nicht überall gleich ist, habe ich die erhobenen Zahlen auf einen Monat (Monatswäsche) umgerechnet. Das Ergebnis ist in den Tabellen I und II niedergelegt. Das mittlere Trockengewicht einer Monatswäsche für eine Familie von 4 bis 5 Personen beträgt 40 bis 50 kg.

Ich habe die Ergebnisse in einer Kurve aufgetragen, um ausgeglichene Zahlen zu erhalten (Fig. 11). Als Resultat ergeben sich die ausgeglichenen Zahlen der Tabelle II.

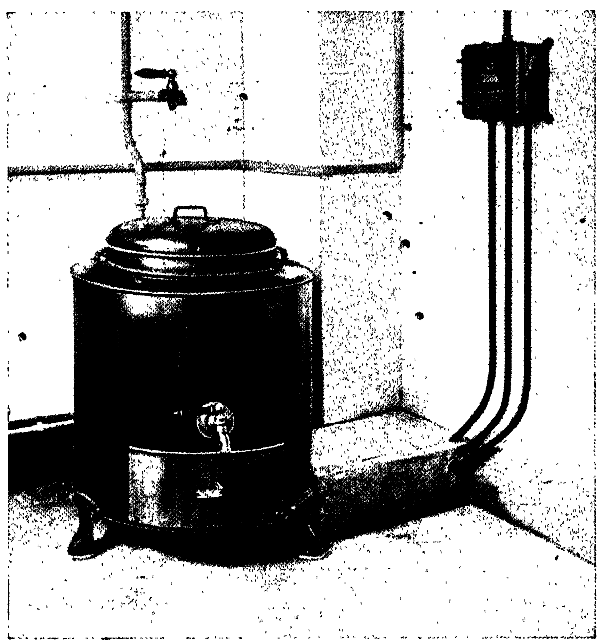


Fig. 9.
Elektrisch beheizter Waschherd (System Egli).

Mittlerer ausgeglichener Stromverbrauch pro Monatswaschtag u. pro Person u. Monatswaschtag.

Tabelle II.

Zahl der Pers. pro Familie	1	2	3	4	5	6
Mittl. Stromkonsum pro Waschtag, kWh . .	40	48	53	57	60	61
Mittl. Stromkonsum pro Person und Waschtag in kWh	40	24	18	14	12	10

Vom Gesamtstromverbrauch der beobachteten Familien im Betrage von 28 409 kWh fallen 12 878 kWh = 45,6 % auf Tagesstrom und 15 531 kWh = 54,4 % auf Nachtstrom. Unter dieser Annahme ergeben sich bei einem Preise von *8 Rp/kWh für Tagesstrom* und *4 Rp/kWh für Nachtstrom* folgende Auslagen pro Waschtag:

Tabelle III.

Zahl der Personen pro Familie	1	2	3	4	5	6
Stromkosten p. Waschtag Fr. . . .	2,32	2,72	3,07	3,30	3,48	3,53

Für eine Wäsche von 40 bis 50 kg Trockengewicht (für 4 bis 5 Personen) müssen folgende Brennmaterialien aufgewendet werden: 15 kg Tannenholz Fr. 2.10, 11 kg Buchenholz Fr. 1.25, 6 kg Brikett Fr. 0.48. Die Kosten betragen rund Fr. 3.80. Der elektrische Betrieb ist also billiger.

Dass die vollelektrischen Waschküchen den Beifall der Mieter finden, beweist eine *Umfrage* der Baugenossenschaft Oberstrasse in Zürich vom Frühjahr 1928. Es geht aus den Antworten hervor, dass die Mieter mit den Einrichtungen restlos zufrieden sind.

b) Elektrisch beheizte Waschkessel ohne Wasserreservoir mit Laugenkessel.

Das Heisswasser wird zugeleitet.

(System Bachmann & Kleiner, Oerlikon.)

Wo warmes Wasser entweder aus einem elektrischen Heisswasserspeicher oder einer zentralen Warmwasserversorgung erhältlich ist, kann man elektrisch beheizte Waschkessel und Waschmaschinen *ohne Wasserschiff* anwenden. Die Beheizung des Waschkessels beschränkt sich auf den Laugenbehälter. Die Heizung muss so bemessen sein, dass in etwa 20 bis 30 Minuten die Lauge zum Kochen gebracht werden kann.

Das kleinere Modell Merker, Baden (Fig. 12) besitzt ca. 4,5 kW, das grössere Modell Kienast & Lange, «Geysir», Zürich, etwa 5 kW Anschlusswert (Fig. 13). Beide Systeme sind in eine Seitenheizung von ⅔ Leistung und eine Bodenheizung von ⅓ der totalen Leistung unterteilt.

Die Konstruktion der Heizkörper ist sehr robust und besitzt einen hohen elektrischen Isolationswiderstand, so dass auch Schwitzwasser am Kesselinnern auf die Isolation keinen Einfluss ausüben kann. Die Kesselinnenwand ist gegen Wärmeverluste durch Ausmauerung mit Diatomit geschützt. Die Füllung des Laugenbehälters soll wenn möglich mit warmem Wasser erfolgen aus einer Fernheizung oder einem elektrischen Heisswasserspeicher. Je nach System fasst der Laugenbehälter 30, 40 und 50 Liter Wasser, in den die Trommel mit der eingeweichten Wäsche gebracht wird. Eine Trommel fasst 8, 10 oder 12 kg Waschgut (Trockengewicht). Die elektrische Heizung gestattet nun, in etwa 40 Minuten den vollen Inhalt von etwa 60° C auf Siedetemperatur zu bringen. Nachher genügt die Bodenheizung (⅓ Leistung) allein, um die Wäsche kochend zu erhalten.

Ich habe den Stromverbrauch von einer grösseren Anzahl Familien pro Waschtag festgestellt und mit der Familiengrösse in Beziehung gebracht (Fig. 14). Wo nötig, wurden abweichende Zahlen auf Monatswäsche umgerechnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle IV zusammengestellt:

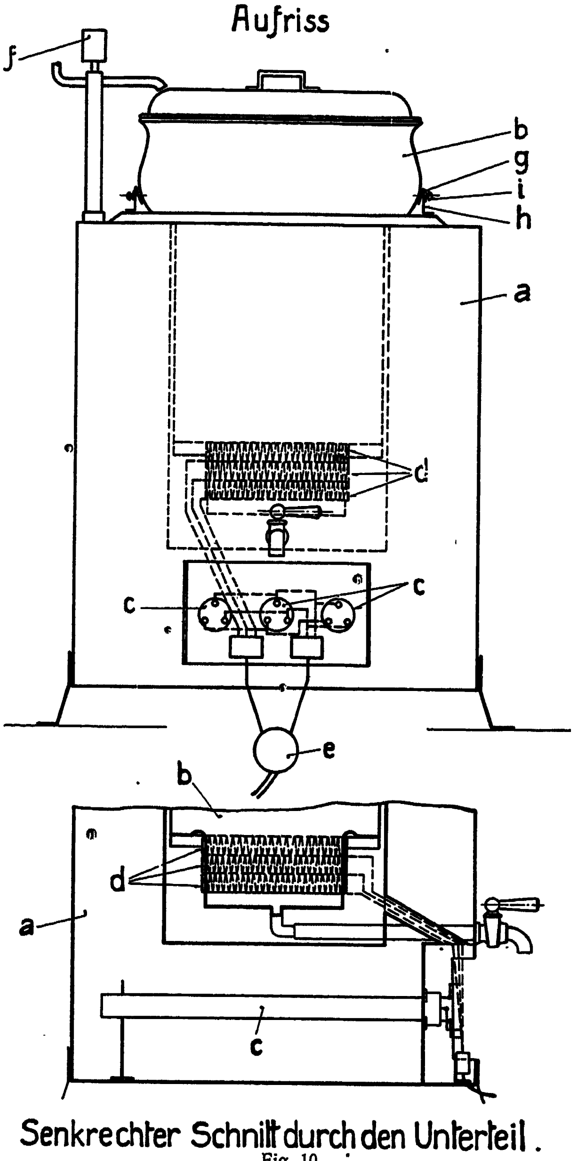


Fig. 10.
Waschherd mit elektrischer Heizung, mit Wassermantel und Wasserschiff (System Egli).

***Stromverbrauch von elektrischen Waschküchen in Mehrfamilienhäusern in Zürich*[1])**

ausgerüstet mit elektrisch beheizten Waschmaschinen, System Bachmann & Kleiner, Oerlikon (ohne Wasserschiff).
Das warme Wasser wird einer Fernheizung entnommen.

Tabelle IV.

Familien-Mitglieder	Anzahl der Familien	Personen-zahl	Monats-Waschtage Anzahl	Strom-konsum kWh	Stromverbrauch pro Waschtag kWh
2	20	40	77	1197	15,5
3	20	60	55	886	15,1
4	11	44	28	516	18,4
5	2	10	7	127	18,1

1) In den Stromverbrauchszahlen ist auch der geringfügige Verbrauch des Elektromotors inbegriffen.

Der mittlere Verbrauch für eine Familie von 4 bis 5 Personen beträgt 18 kWh.

Das für das Einweichen, die Kesselfüllung

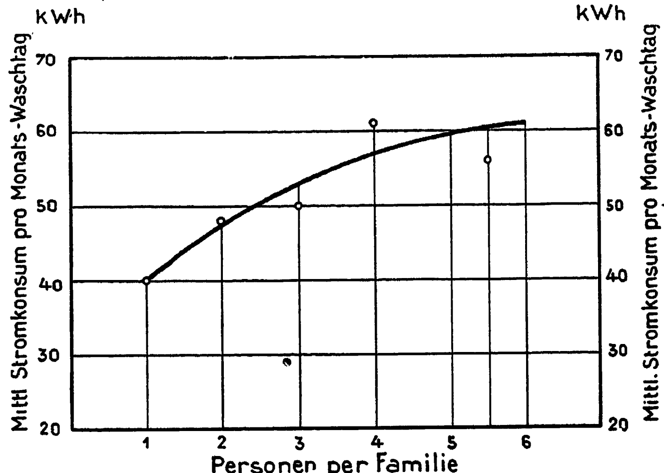


Fig. 11.
Mittlerer Stromverbrauch pro Monatswaschtag von 89 Haushaltungen in Zürich mit elektrisch beheizten und elektrisch betriebenen Waschmaschinen, System Egli (mit Wasserschiff).
Das gesamte warme Wasser wird elektrisch erzeugt.

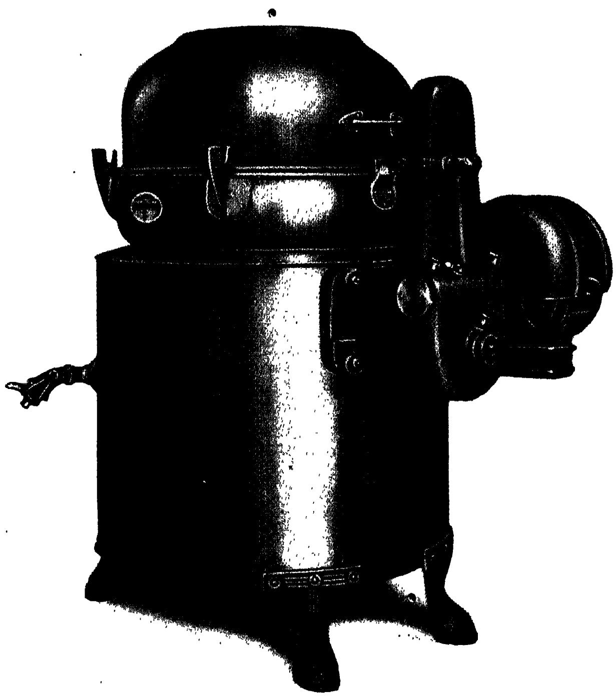


Fig. 12.
Waschmaschine „Merkur" der Merker & Co. mit angebautem Einphasenmotor.

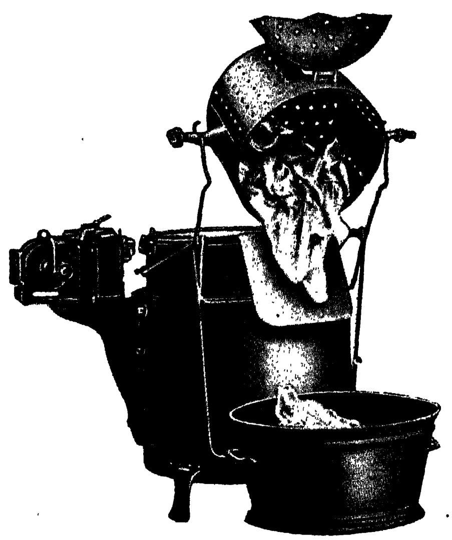


Fig. 13.
Elektrisch beheizte Waschmaschine ohne Reservoir, System Kienast & Lange, Bachmann & Kleiner (offen).

und das Auswaschen nötige warme Wasser, das bei den in Zürich installierten Waschküchen der Fernheizung entnommen wird, beträgt nach Messungen in Zürich im Mittel etwa 285 Liter bei einer Temperatur von 60 bis 70° C.

Daraus geht hervor, dass zur Deckung des Wasserbedarfes einer normalen Wäsche bei elektrisch beheizten Waschkesseln, System Bachmann & Kleiner (ohne Reservoir) ein Heisswasserspeicher von etwa 200 Litern notwendig ist, dessen Wasser auf etwa 85 bis 90° C erwärmt ist.

Mittlerer ausgeglichener Stromverbrauch pro Monatswaschtag und pro Person und Waschtag

(Elektrisch beheizte und elektrisch betriebene Waschmaschinen). Das warme Wasser wird einer Fernheizung entnommen.

Tabelle V.

Zahl der Personen pro Familie	1	2	3	4	5
Mittl. Verbrauch pro Monatswaschtag: kWh	14,8	15,4	16,4	17,5	18,5
Mittl. Verbrauch pro Person/Waschtag: kWh	14,8	7,7	5,5	4,4	3,7

waren von der neuen Waschmethode begeistert. Eine normale Monatswäsche kann bequem in einem halben Tag ohne fremde Hilfe bewältigt werden. Der Energieverbrauch ist klein, die Kosten gering.

c) Andere elektrisch beheizte Waschmaschinen.

Unter den Waschmaschinen mit elektrischer Heizung ist bereits der «*Protos*»-*Waschautomat* erwähnt worden. Die Heizung dient hier zur Erzeugung heisser Seifenlauge, die im Sprudelrohr aufsteigt und dann durch die Wäsche hindurchrieselt. Der Anschlusswert beträgt je nach der Grösse des Apparates 650 bis 1650 W.

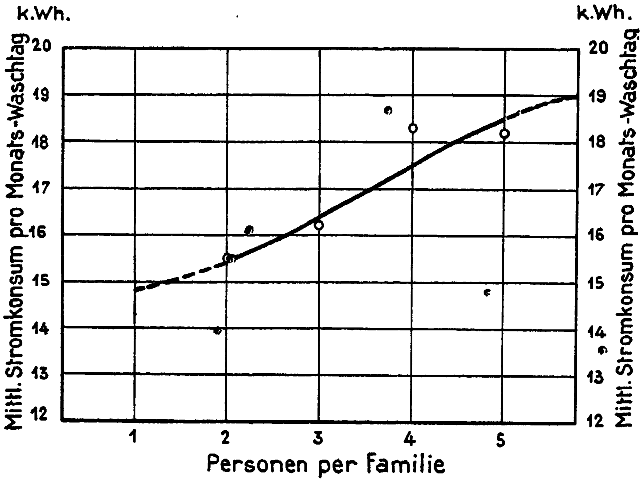


Fig. 14.

Mittlerer Stromverbrauch pro Monatswaschtag von 53 Haushaltungen in Zürich mit elektrisch beheizten Waschmaschinen, System Bachmann & Kleiner (ohne Wasserschiff). Anschluss an Fernheizung.

Bei einem Preis von 8 Rp. für Tagesstrom ergeben sich folgende Auslagen pro Monats-Waschtag:

Tabelle VI.

Zahl der Personen pro Familie	1	2	3	4	5
Stromkosten pro Monatswaschtag Fr.	1.18	1.23	1.31	1.40	1.48

Bis Juli 1929 wurden in Zürich 40 solcher Apparate installiert. Sie haben sich ausserordentlich gut bewährt. Sämtliche Hausfrauen, mit denen ich Gelegenheit hatte, zu sprechen,

Zu den elektrisch beheizten Waschmaschinen gehört der früher beschriebene «*Savage*»-Wascher. Die elektrische Heizung wird von der Firma Bachmann & Kleiner in Oerlikon ausgeführt. Der Heizkörper hat einen Anschlusswert von 1 bis 2 kW. Er ist im Boden des Kessels einmontiert.

Die sehr guten Erfahrungen, die man in Zürich mit den vollelektrifizierten Waschküchen gemacht hat, zeigen, dass wir vor einer neuen, zukunftsreichen Anwendung des elektrischen Stromes stehen.

Wasserstoffgekühlte Synchronmaschinen zur Phasenschiebung für Aufstellung im Freien.

536:621.314.4

Im Journal of the American Institute of Electrical Engineers 1929, No. 7, ist ein Auszug aus einem Aufsatz von Robert W. Wiesemann über dieses Thema erschienen. Da dem Wasserstoff als Kühlmedium für elektrische Maschinen heute grosses Interesse entgegengebracht wird, reproduzieren wir im folgenden diesen Auszug in etwas gekürzter Form:

I. Einleitung.

Vorteile der Ventilation elektrischer Maschinen mit Wasserstoff:

Niederes spezifisches Gewicht des Wasserstoffes, das nur ca. 7 % desjenigen von Luft beträgt. Infolgedessen machen die Ventilationsverluste eines in einer Wasserstoffatmosphäre laufenden Motors ebenfalls nur ungefähr 7 % derjenigen von luftgekühlten Maschinen aus.

Hohe Wärmeleitfähigkeit. Wasserstoff leitet die Wärme ungefähr siebenmal besser als Luft

und die spezifische Wärme eines Grammes Wasserstoff ist ungefähr 14,5 mal grösser als diejenige eines Grammes Luft. Infolgedessen ist die Wärmeübertragung in einer wasserstoffgekühlten Maschine wesentlich besser und die Temperaturen der aktiven Teile derselben bei gleicher Belastung niedriger als in einer gleichartigen luftgekühlten Maschine.

Hohe Wärmeabgabe durch Konvektion. In einer Wasserstoffatmosphäre kann durch Konvektion unter sonst gleichen Umständen eine um ca. 30 % höhere Wärmemenge abgeführt werden als in Luft. Dies ermöglicht unter anderm die Verwendung kleinerer Oberflächen-Kühler. Auch die Lagertemperaturen sind in einer Wasserstoffatmosphäre entsprechend niedriger als in Luft.

Die bisher erwähnten drei Vorteile ermöglichen eine Höherbelastung der wasserstoffgekühlten Maschine um 25 %.

Unverbrennbarkeit. Infolge des Fehlens von Sauerstoff kann eine Verbrennung nicht stattfinden. Es erübrigt sich somit die Anwendung besonderer Feuerlöscheinrichtungen. Die Wirkung von z. B. Kurzschlüssen folgenden Flammbogen im Innern der Maschine ist eine viel kleinere als in luftgekühlten Maschinen. Auch das Schmieröl der Lager kann sich nicht oxydieren und bleibt so viel länger in einwandfreiem Zustande.

Verminderte Coronaverluste. Versuche haben gezeigt, dass die Schäden, die durch Coronaerscheinungen im Innern der Maschine bei luftgekühlten Maschinen entstehen können, in wasserstoffgekühlten Maschinen auf ein Minimum vermindert werden. Hierdurch wird nicht nur die Lebensdauer der Isolation erhöht, sondern es können auch dünnere Isolierschichten (bei entsprechend noch weiter verbesserter Kühlung) oder bei gleichbleibender Isolierschichtendicke höhere Spannungen angewendet werden.

Aufstellung im Freien. Die Maschinen können ohne Mehrkosten im Freien aufgestellt werden, wodurch Ersparnisse an Gebäudekosten erzielt werden können.

Geräuschlosigkeit. Die Ventilationsgeräusche der Maschine sind bedeutend kleiner als diejenigen einer luftgekühlten Maschine.

Nachteile der Ventilation elektrischer Maschinen mit Wasserstoff:

Sicherheitsvorkehrungen. Als der Vorschlag, Wasserstoff als Kühlmittel zu benützen, zuerst gemacht wurde, sah man die Hauptschwierigkeiten in der Vermeidung von Explosionen. Die zunehmende Beschäftigung mit dieser Frage und die ausgedehnte Verwendung von Wasserstoff für viele industrielle Zwecke, wie z. B. zum Schweissen, Härten usw., zeigten, dass keine unüberwindlichen Schwierigkeiten in dieser Beziehung bestehen. So hat z. B. jede Stadt Gasometer, in denen beträchtliche Gasmengen, die bei entsprechender Mischung mit Luft explosionsgefährlich sind, gelagert werden, ohne dass bisher viele Explosionsschäden zu verzeichnen wären. Mit Bezug auf die grösstmögliche potentielle Energie, die in der Wasserstoffatmosphäre bei der für die Explosion günstigsten Mischung mit Luft aufgespeichert sein kann, gibt nachstehende Zusammenstellung Vergleichszahlen mit andern in Kraftwerksbetrieben vorkommenden aufgespeicherten Energiemengen:

	Aufgespeicherte Energie mkg
Dampfkessel, 1500 kW	3500×10^6
Grosser Turbinen- plus Generator-Rotor	42×10^6
Wasserstoffgekühlte Maschine, enthaltend 30 m³ Gas von der explosibelsten Mischung Wasserstoff-Luft	10×10^6

Hieraus geht ohne weiteres hervor, dass die in einer explosiblen Luft-Wasserstoffmischung auch im ungünstigsten Falle nur ein kleiner Bruchteil derjenigen potentiellen Energie aufgespeichert ist, die z. B. in einem Dampfkessel eines Wärmekraftwerkes vorhanden ist.

Eine Mischung von Wasserstoff und Luft kann nur explodieren, wenn der Wasserstoffgehalt der Mischung, in Volumenprozent ausgedrückt, zwischen 10 und 70 % liegt. Wenn man die Maschine vor Füllung mit Wasserstoff mit Kohlendioxyd ausspült, kann keine Explosion erfolgen, wenn die Maschine erstmals mit Wasserstoff gefüllt wird. Der Druck des Wasserstoffs in der Maschine wird etwas über Atmosphärendruck gehalten, wodurch das Eindringen von Luft verhindert wird. Auf diese Weise kann innerhalb einiger Stunden nach der Füllung ein Gasgemisch mit 98 % Wasserstoff erhalten werden und nach einiger Zeit steigt dieser Prozentsatz sogar auf 99 %. Ein Wasserstoffgehaltsanzeiger mit Alarmvorrichtung, die beim Sinken des Wasserstoffgehaltes unter einen festgelegten Wert in Funktion tritt, erhöht die Sicherheit noch weiter.

Erhöhte Demontagekosten. Die Demontage einer wasserstoffgekühlten Maschine braucht mehr Zeit und verursacht mehr Ausgaben als diejenige einer luftgekühlten Maschine. Andererseits sollte sich die Notwendigkeit zur Demontage der Maschine nicht so oft ergeben wie bei gewöhnlichen Maschinen, wegen der längeren Lebensdauer der Isolation, der niedrigeren Windungs- und Lagertemperatur und dem Fehlen von Schmutz und Staub. Der Autor ist daher der Ansicht, dass die Unterhaltkosten über eine längere Zeitperiode bei wasserstoffgekühlten Maschinen eher niedriger als bei luftgekühlten Maschinen sein werden.

II. Anwendung der Wasserstoffkühlung bei Synchronmaschinen für Phasenschiebung.

Die Anwendung der Wasserstoffkühlung ist bei diesen Maschinen am leichtesten, da es nicht nötig ist, die Maschinenwelle durch den gasdichten äussern Abschluss durchzuführen.

III. Beschreibung einer Freiluftinstallation.

In Fig. 1 ist ein 12 500 kVA wasserstoffgekühlter Synchronmotor abgebildet, der im Unterwerk Pawtucket der New England Power Co. aufgestellt ist. Es ist dies die erste wasserstoffgekühlte Maschine. Sie ist ohne weitern Schutz direkt im Freien über einer vor Witterungseinflüssen durch Eisenverschalung geschützten Grube aufgestellt. In Fig. 2 ist die Maschine im Schnitt dargestellt. Die Lager können während

des Betriebes mit Oel gefüllt bzw. vorhandenes Oel kann abgelassen werden.

In der Grube unter der Maschine befinden sich die Kühlwasserzirkulationspumpe, die Lagerölpumpe, Wasserstoffbehälter, ein Wasserstoffdruckanzeiger, registrierende Thermometer,

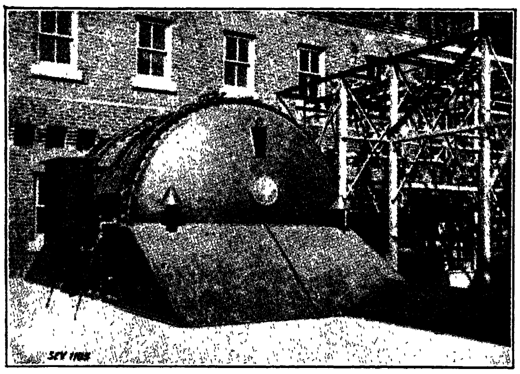


Fig. 1.
Erste wasserstoffgekühlte Synchronmaschine für Aufstellung im Freien.
12 500 kVA; 900 U/m; Drehstrom 60 Per/s; 13,8 kV. New England Power Co., Pawtucket, R. I.

ein Apparat, der die Reinheit des Wasserstoffes anzeigt und verschiedene Hahnen für Wasser, Oel und Wasserstoff.

Eine weitere solche Maschine von 20 000 kVA Leistung ist in der Nähe von Charleston im Unterwerk Turner der Appalachian Electric Power Co., ebenfalls im Freien, aufgestellt.

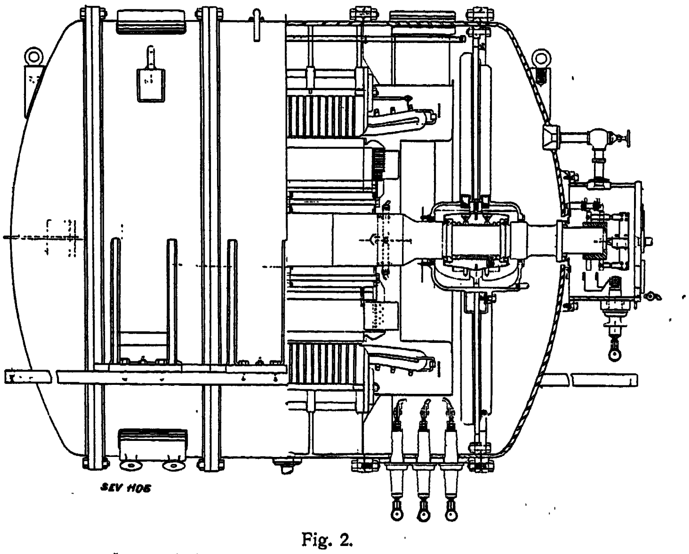


Fig. 2.
Längsschnitt durch die Synchronmaschine der Fig. 1.

IV. Explosionssicheres Gehäuse.

Das Statorgehäuse besteht aus drei zylindrischen Teilen und zwei Böden, die gasdicht miteinander verbunden sind und praktisch keine Gasverluste aufweisen. Dieses Gehäuse besteht aus Stahlblech. Die Vermeidung von Gusseisen entspricht nicht nur den heutigen Anschauungen amerikanischer Konstrukteure, sondern ermöglicht auch die Verminderung der Wasserstoffverluste.

Um die Gefahr durch eine eventuelle Explosion, die bei fahrlässiger Handhabung der Maschine nicht ganz ausgeschlossen ist, zu vermeiden, ist das Gehäuse explosionssicher ausgeführt, und zwar derart, dass es dem bei der für die Explosion günstigsten Gasmischung entstehenden Druck standhalten kann. Das Gehäuse der 12 500-kVA-Maschine wurde ohne Windungen, Kühler und Rohrleitungen mit der explosibelsten Mischung von Luft- und Wasserstoff gefüllt und zur Explosion gebracht. Es entstand kein Schaden. Der maximale Ueberdruck betrug 5 Atmosphären. Wenn die Maschine mit allen ihren Zubehörteilen im Gehäuse gewesen wäre, so wäre der Ueberdruck nicht über 2,5 Atmosphären gestiegen. Dieser Versuch zeigte auch, dass eine Explosion keine zerstörende Wirkung auf die Wicklung ausgeübt hätte. Es ist sehr unwahrscheinlich, dass die Gasmischung in der Maschine je das für die Explosionen günstigste Mischungsverhältnis von 5 Teilen Wasserstoff zu 2 Teilen Luft aufweisen würde. Für irgend eine andere Gasmischung wäre die Kraft der Explosion bedeutend herabgesetzt worden.

V. Wasserstoffventilation.

Auf jeder Seite des Gehäuses befinden sich zwei Oberflächen-Wasserkühler. Diese Kühler können ohne Demontage der Maschine oder Wasserstoffverluste gereinigt werden. Die Kühler können entleert werden, um das Einfrieren derselben bei stillstehender Maschine im Winter zu verhindern. Die Kühlung erfolgt im geschlossenen Kreislauf. Zwei Zeigerthermometer geben die Temperaturen des Wasserstoffes vor und nach Verlassen des Kühlers an. Steigt die letztere Temperatur auf über 40° C, so ertönt eine

Alarmglocke. Dasselbe ist der Fall, sobald die Lagertemperatur 70° C übersteigt.

VI. Wasserstoffverluste.

Der Druck im Gehäuse wird automatisch etwas über Atmosphärendruck gehalten. Er variiert etwas mit der Temperatur der Maschine. Die Verluste betragen im Mittel pro Tag 0,17 m³ Wasserstoff. Ausserdem wird eine etwas kleinere Menge durch den Wasserstoffgehaltsanzeiger absorbiert. Der Wert dieses pro Tag verlorenen Wasserstoffes wird zu ca. Fr. 0,75—1.00 angegeben.

VII. Erhöhte Leistungsabgabe.

Auf Grund längerer Erwärmungsversuche wurde festgestellt, dass, wenn die Leistungsabgabe der Maschine bei Lauf in Luft zu 100 % angegeben wird, dieselbe bei Lauf in Wasserstoff bei einem nur unwesentlich höheren Druck als Atmosphärendruck zu 125 % angegeben werden kann. Mit steigendem Druck nimmt die Belastbarkeit in Wasserstoffatmosphäre bis auf 140 % zu, um bei noch weiterer Steigerung wegen der erhöhten Ventilationsverluste wieder abzunehmen. Diese Zahlen gelten naturgemäss nur für die untersuchten Maschinen.

VIII. Verminderte Verluste.

Die Ventilationsverluste wurden auf 8 % derjenigen in Luft herabgesetzt und betrugen bei der 20 000-kVA-Maschine 85 kW, d. h. 0,42 %,

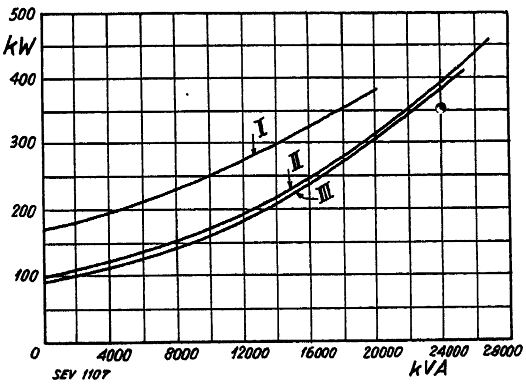


Fig. 3.

Gesamtverluste einer wasserstoffgekühlten Synchronmaschine von 20 000 kVA, 11,5 kV, 60 Per/s.
I Luft unter Atmosphärendruck.
II Wasserstoff unter einem Ueberdruck von 0,06 Atmosphären.
III Wasserstoff unter einem Ueberdruck von 0,75 Atmosphären.

bei der 12 500-kVA-Maschine 51 kW, d. h. 0,41 %. In Fig. 3 sind die Gesamtverluste der 20 000-kVA-Maschine in Funktion der Belastung dargestellt. Die totalen Verluste betragen bei Vollast nur ca. 1,5 %.

IX. Die Kosten der wasserstoffgekühlten Maschine mit Zubehör, für Freiluftaufstellung.

Diese sind für jeden neuen Maschinentyp hoch, und es ist begreiflich, wenn sie für wasserstoffgekühlte Maschinen noch höher sind als für die gewöhnlichen luftgekühlten Maschinen. Der gasdichte Abschluss, die Wasserkühler und die zusätzlichen Sicherheitsapparate vermehren natürlich die Kosten. Die Mehrkosten sind aber teilweise aufgewogen durch die erhöhte Belastbarkeit der Maschine. Wahrscheinlich wird aber vor allem der erhöhte Wirkungsgrad derselben ausschlaggebend sein.

Genauere Angaben über die Kosten werden nicht gemacht. *Zg.*

Visp-Zermatt elektrisch!

Seit einigen Tagen hat eine der ältesten Hochgebirgsbahnen der Schweiz, die Visp-Zermattbahn, den Dampfbetrieb verlassen und ist zur elektrischen Traktion übergegangen. Ueber die Entwicklung dieser Bahn lässt sich kurz folgendes sagen:

Mit dem Bau derselben, welche bei einer Betriebslänge von 35 km eine Höhendifferenz von 950 m zu überwinden hat, wurde im Jahre 1888 begonnen. Während die Adhäsionsstrecken Höchststeigungen von 45 ⁰/₀₀ aufweisen, werden mit Hilfe der Zahnstange Maximalrampen bis zu 125 ⁰/₀₀ überwunden. Der Minimalradius beträgt 80 m. Schon im Jahre 1890 wurde das Teilstück bis Stalden befahren, noch im gleichen Jahre konnte der Betrieb bis St. Niklausen aufgenommen werden, und am 18. Juli 1891 erklomm der erste Zug die Höhe von Zermatt.

Bis zum Jahre 1893 genügten zur Bewältigung des Verkehres 4 Dampflokomotiven; infolge Steigerung der Frequenz mussten in den späteren Jahren weitere Lokomotiven beschafft werden, so dass seit dem Jahre 1908 ein Bestand von 8 Stück vorhanden war.

Während im ersten Betriebsjahre (1891) die Zahl der beförderten Reisenden rund 34 000 betrug, stieg sie von Jahr zu Jahr, so dass im Jahre 1913 beinahe die Zahl 100 000 erreicht wurde. Die Kriegs- und Nachkriegsjahre brachten dann eine starke Senkung der Frequenzkurve (1918: 20 500), aber 10 Jahre später (1928) wurde bereits die Zahl 117 500 erreicht. Diese erfreuliche Verkehrssteigerung hängt zum Teil mit der Vollendung der Furka-Oberalp-Bahn zusammen, welche Bahn einen direkten Verkehr mit den Fremdenzentren Luzern (via Andermatt-Göschenen) und St. Moritz (via Disentis-Chur) ermöglicht.

Der Wunsch, einzelne Wagen, ja sogar ganze Zugskompositionen von einem Netz aufs andere überzuführen, veranlasste die Visp-Zermatt-Bahn, den Bau einer schmalspurigen Verbindungslinie Brig-Visp an die Hand zu nehmen. Mit der Eröffnung dieser Verbindungslinie erwachsen den anstossenden Bahnverwaltungen grosse Vorteile, indem in Zukunft direkte Wagen Zermatt-St. Moritz, Zermatt-Göschenen usw. eingeführt werden können.

Man blieb aber nicht auf halbem Wege stehen, sondern schritt gleichzeitig zur Elektrifikation der Strecke Visp-Zermatt. Diese Arbeiten waren nun soweit vollendet, dass am 20. August der elektrische Betrieb aufgenommen werden konnte.

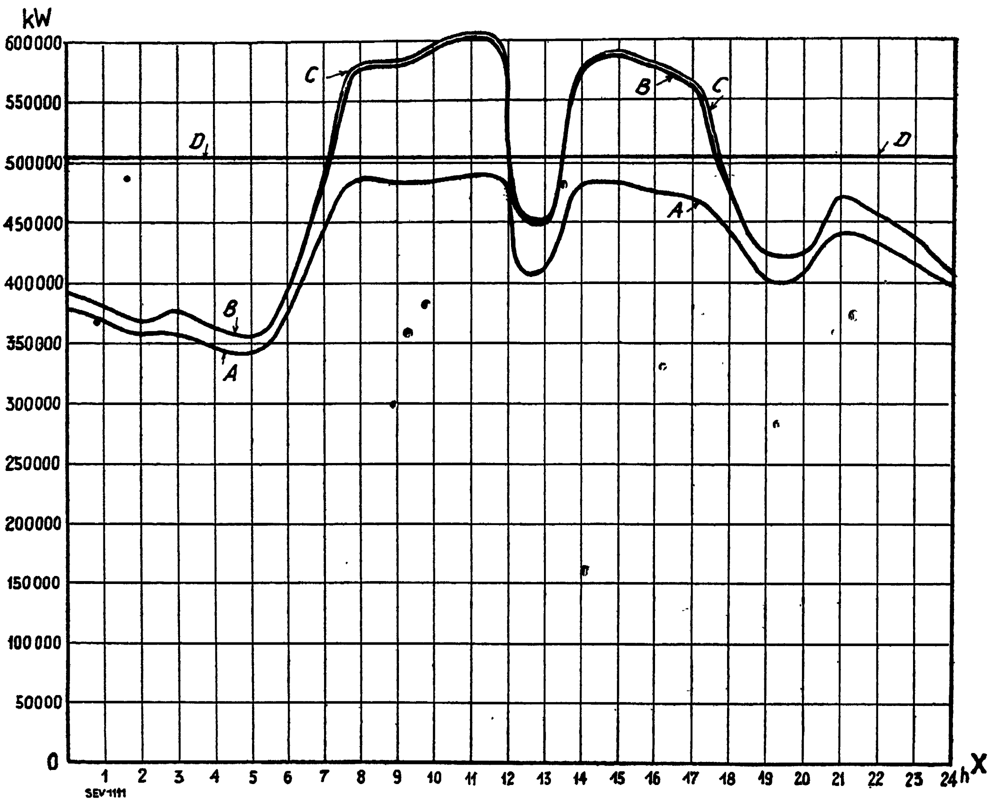
Es ist hervorzuheben, dass die Visp-Zermatt-Bahn die erste mit Einphasenstrom niedriger Frequenz betriebene kombinierte Adhäsions- und Zahnradbahn sein wird. Als Fahrdrahtspannung

(Fortsetzung siehe Seite 580)

Statistik des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke über die Energieproduktion.
Statistique de l'Union de Centrales Suisses concernant la production d'énergie.

[Umfassend die Elektrizitätswerke, welche in eigenen Erzeugungsanlagen über mehr als 1000 kW verfügen, d. h. ca. 97% der Gesamtproduktion[1])].
Comprenant toutes les entreprises de distribution d'énergie disposant dans leurs usines génératrices de plus de 1000 kW, c. à d. env. 97% de la production totale[2])].

Verlauf der wirklichen Gesamtbelastungen am 17. Juli 1929.
Diagramme journalier de la production totale le 17 juillet 1929.



Leistung der Flusskraftwerke . . . . = $OX \div A$ = Puissance utilisée dans les usines au fil de l'eau.
Leistung der Saisonspeicherwerke . . . . = $A \div B$ = Puissance utilisée dans les usines à réservoir saisonnier.
Leistung der kalorischen Anlagen und Energieeinfuhr . = $B \div C$ = Puissance produite par les installations thermiques et importée.
Verfügbare Leistung der Flusskraftwerke (Tagesmittel) = $OX \div D$ = Puissance disponible (moyenne journalière) des usines au fil de l'eau.

Im Monat Juli 1929 wurden erzeugt: / *En juillet 1929 on a produit:*

In Flusskraftwerken	296,2 × 10⁶ kWh	dans les usines au fil de l'eau,
In Saisonspeicherwerken	28,5 × 10⁶ kWh	dans les usines à réservoir saisonnier,
In kalorischen Anlagen im Inland	0,2 × 10⁶ kWh	dans les installations thermiques suisses,
In ausländischen Anlagen (Wiedereinfuhr)	0,6 × 10⁶ kWh	dans les installations de l'étranger (réimportation)
Total	325,5 × 10⁶ kWh	au total.

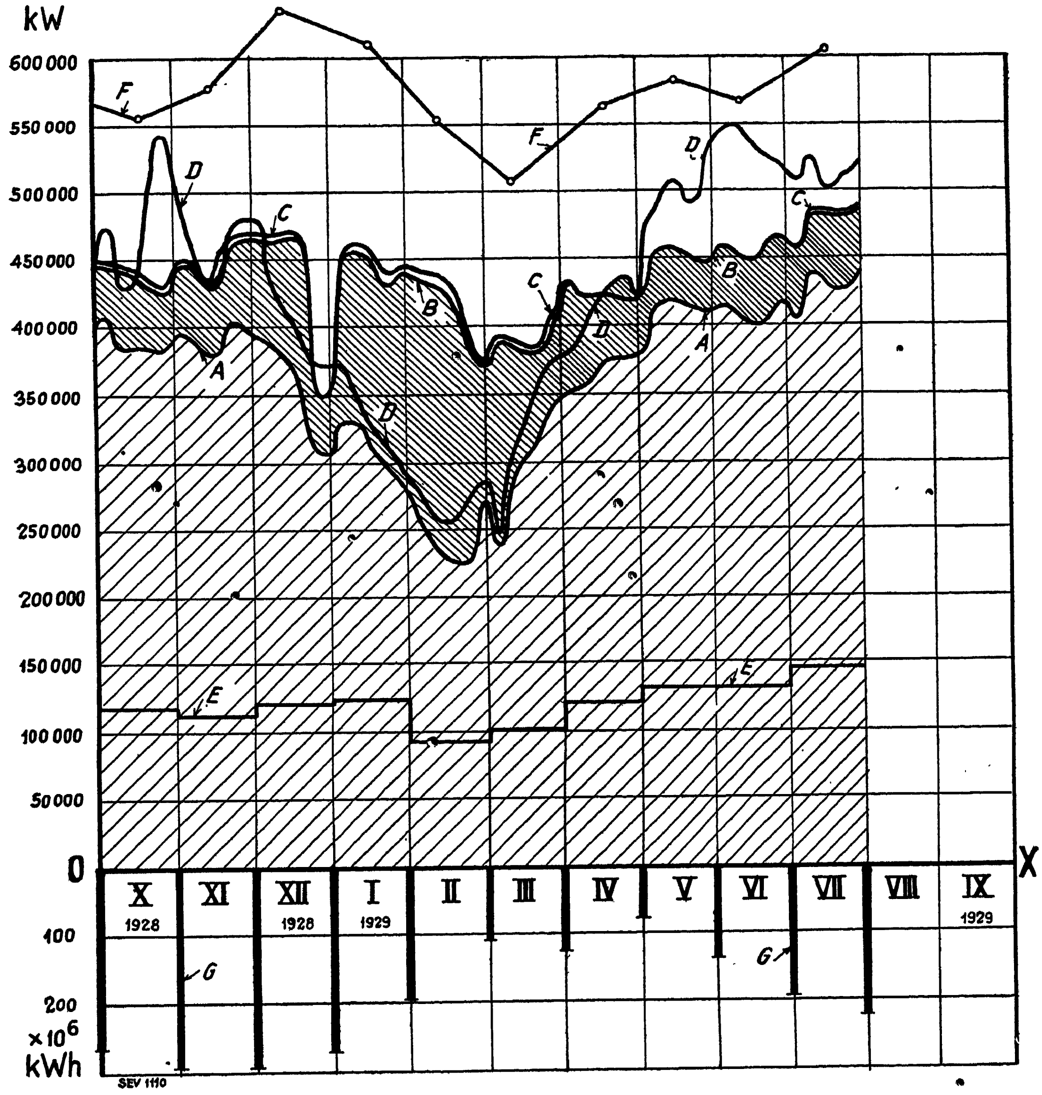
Die erzeugte Energie wurde angenähert wie folgt verwendet: / *L'énergie produite a été utilisée approximativement comme suit:*

Allgem. Zwecke (Licht, Kraft, Wärme im Haushalt, Gewerbe und Industrie).	ca.	145,0 × 10⁶ kWh	pour usage général (éclairage, force et applications thermiques dans les ménages, les métiers et les industries),
Bahnbetriebe	ca.	17,1 × 10⁶ kWh	pour les services de traction,
Chemische, metallurg. und therm. Spezialbetriebe	ca.	54,3 × 10⁶ kWh	pour chimie, métallurgie et électrothermie,
Ausfuhr	ca.	109,2 × 10⁶ kWh	pour l'exportation,
Total	ca.	325,6 × 10⁶ kWh	au total.

Davon sind in der Schweiz zu Abfallpreisen abgegeben worden: 31,2 × 10⁶ kWh ont été cédées à des prix de rebut en Suisse.

[1]) Nicht inbegriffen sind die Kraftwerke der Schweiz. Bundesbahnen und der industriellen Unternehmungen, welche die Energie nur für den Eigenbedarf erzeugen.
[2]) Ne sont pas comprises les usines des Chemins de Fer Fédéraux et des industriels produisant l'énergie pour leur propre compte.

Verlauf der zur Verfügung gestandenen und der beanspruchten Gesamtleistungen.
Diagramme représentant le total des puissances disponibles et des puissances utilisées.



Die Kurven *A, B, C* und *D* stellen die Tagesmittel aller Mittwoche, die Kurve *E* Monatsmittel dar.

Die Wochenerzeugung erreicht den 6,40 bis 6,43fachen Wert der Mittwocherzeugung. Das Mittel dieser Verhältniszahl ergibt sich zu 6,42.

Les lignes *A, B, C, D* représentent les moyennes journalières de tous les mercredis, la ligne *E* la moyenne mensuelle.

La production hebdomadaire est de 6,40 à 6,43 fois plus grande que celle des mercredis. La valeur moyenne de ce coefficient est de 6,42.

In Flusskraftwerken ausgenützte Leistung	= $OX \div A$ =	Puissance utilisée dans les usines au fil de l'eau.
In Saisonspeicherwerken erzeugte Leistung	= $A \div B$ =	Puissance produite dans les usines à réservoir saisonnier.
Kalorisch erzeugte Leistung und Einfuhr aus ausländischen Kraftwerken	= $B \div C$ =	Puissance importée ou produite par les usines thermiques suisses.
Auf Grund des Wasserzuflusses in den Flusskraftwerken verfügbar gewesene Leistung	= $OX \div D$ =	Puissance disponible dans les usines au fil de l'eau.
Durch den Export absorbierte Leistung	= $OX \div E$ =	Puissance utilisée pour l'exportation.
An den der Mitte des Monates zunächst gelegenen Mittwochen aufgetretene Höchstleistungen	= $OX \div F$ =	Puissances maximums les mercredis les plus proches du 15 de chaque mois.
Anzahl der am Ende jeden Monats in den Saisonspeicherbecken vorrätig gewesenen Kilowattstunden	= $OX \div G$ =	Quantités d'énergie disponibles dans les réservoirs saisonniers à la fin de chaque mois.

wählte man 11 000 V, was ermöglicht, den Fahrstrom durch Zwischenschalten von Auto-Transformatoren direkt von der Fahrleitung der S. B. B. zu beziehen. Auch die elektrischen Lokomotiven weisen bemerkenswerte Neuerungen auf, indem der Lokomotivkasten zwecks Gewichtsverminderung fast ausschliesslich aus Aluminium-Legierungen gebaut ist.

Die Triebmotoren besitzen eine Leistung von etwa 700 PS, welche sie über eine doppelte Zahnradübersetzung auf die Triebachsen resp. die Triebzahnräder übertragen. Dass den Bremsvorrichtungen alle Aufmerksamkeit geschenkt wurde, versteht sich von selbst. Neben der bei diesen Bahnen üblichen Vakuumbremse besitzt die Lokomotive noch elektrische Bremsung, indem bei der Talfahrt die Triebmotoren von einem besonderen Generator der Ladegruppe (welche zum Laden der Akkumulatorenbatterien für die Lokomotivbeleuchtung und die Steuerapparate dient) erregt werden und als Generatoren auf Widerstände arbeiten. Selbst beim Ausbleiben der Fahrdrahtspannung bleibt die Bremswirkung aufrecht erhalten, indem die Erregergruppe automatisch von der Hilfsbatterie aus angetrieben wird. Die Lokomotiven sind für einmännigen Betrieb eingerichtet und enthalten alle diesbezüglichen Sicherheitsvorrichtungen.

Durch die im nächsten Jahre erfolgende Vollendung der Verbindungsstrecke erhält die Schweiz ein zusammenhängendes Schmalspurbahnnetz von über 500 km Ausdehnung, d. h. das grösste dieser Art in Mitteleuropa. *Ha.*

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Ein amerikanisches Elektrizitätswerk baut elektrische Kochherde.

(Nach «Electrical World» vom 27. Juli 1929, S. 185 u. ff.)

Die Edison Illuminating Co of Detroit, ein Elektrizitätswerk, das 1928 2438 Millionen kWh verteilt hat, beschäftigte sich schon seit einiger Zeit mit der Frage der Erhöhung des Energieabsatzes in Haushaltungen und erachtete die Einführung der elektrischen Küche als geeignetstes Mittel hierzu. Nun wiesen aber die auf dem amerikanischen Markt erhältlichen Kochherde vor allem folgende zwei Nachteile auf:

Der Preis der Herde war viel zu hoch;
Die Kochzeiten waren zu lang.

Da Versuche, die Fabrikanten zur Verbilligung ihrer Herde und gleichzeitig Verkürzung der Kochzeiten zu bewegen, nicht Erfolg hatten, hat das Werk selbst eine Fabrik errichtet, um den Nachweis zu erbringen, dass es wirtschaftlich und technisch möglich ist, diese beiden Forderungen zu erfüllen. Da eine wesentliche Verbilligung der Herde nur bei Massenfabrikation möglich erschien, wurde die Fabrik für eine maximale Tagesproduktion von 200 Herden eingerichtet. Den Entwurf der Herde und die Einrichtung der Fabrik besorgte ein Fachmann im Automobilbau. Diese sollen eine Reihe von technischen Neuerungen aufweisen, über die aber der genannte Aufsatz keine Angaben macht, und unter weitgehender Benützung von Stahlblech hergestellt werden. Das Werk hofft, die Herde für Fr. 200—250 pro Stück fabrizieren zu können. Das Werk beabsichtigt, diese Fabrik nur solange auf eigene Rechnung zu betreiben, bis der Nachweis erbracht sein wird, dass es technisch und finanziell möglich ist, geeignetere Kochherde zu niedrigerem Preise, als solche bisher in Amerika erhältlich waren, zu fabrizieren. *Zg.*

Vereinsnachrichten.

Die an dieser Stelle erscheinenden Artikel sind, soweit sie nicht anderweitig gezeichnet sind, *offizielle Mitteilungen des Generalsekretariates des S. E. V. und V. S. E.*

Jahresversammlungen 1929 des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (S. E. V.) und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (V. S. E.) in St. Moritz.

Nachdem der Berichterstatter bei seiner Rückkehr von den St. Moritzer Festlichkeiten in seinen gewohnten Wirkungskreis von dem Regenwetter gehört hatte, das dem Unterland während unserer Abwesenheit beschieden war und nachdem er sich an der von Regenwasser schweren Schweizerfahne, welche in den Tagen vom 6. bis 8. Juli vom Dach des Vereinsgebäudes herunter Festzeit verkündete, mit eigenen Augen davon überzeugt hatte, dass da unten viel Wasser vom Himmel herab gefallen sein muss, zögerte er nicht, Sankt Petrus in das Lob, das er mit dem folgenden Bericht dem Organisationskomitee zu spenden gedenkt, getrost mit einzubeziehen. Der Beherrscher der Troposphäre hat uns zwar den tiefblauen Segantinihimmel nicht gezeigt, auch die Bernina wollte er uns nicht in ihrer ganzen Schönheit sehen lassen (wozu zu sagen ist, dass die Festkarte keinen diesbetreffenden Coupon enthielt), dafür aber bescherte er uns reichen Szeneriewechsel: er präsentierte uns das Engadin im grünen und im glitzernd weissen Gewande, bei Sonnenschein und bei diffusem Licht; er liess regnen, schneien,

hageln; er blitzte und donnerte, dass es krachte, aber, und das ist das anerkennenswerte, jedes in wohl abgemessener Dosis und nichts zur



Fig. 1. Phot. A. Steiner, St. Moritz
Silvaplaner- und Silsersee.

Unzeit, so dass diejenigen, welche ihrem Reisegepäck den Regenschirm beigesellten, mehr getan hatten, als im allgemeinen absolut notwendig gewesen wäre.

Soviel zum Wetter; trotz kleiner, pikanter Neckereien verdiente es einige Worte gemessener Anerkennung.

St. Moritz, die weltberühmte Kapitale des Engadins — eine Reihe von Prospekten, welche jeder Teilnehmer bei der Ankunft in seinem Hotelzimmer vorfand, zeigte es im Mittelpunkt von ganz Europa — übte auf die schweizerische Elektrikerschaft eine mächtige Anziehungskraft aus. Mehr als 550 Personen hatten der Einladung der Gemeinde und des Elektrizitätswerkes St. Moritz Folge geleistet und wurden von den St. Moritzern in grosser Herzlichkeit empfangen. Im Gegensatz zu den letztjährigen Versammlungen in Baden waren diesmal wieder die Damen anwesend, Auge und Herz und Beine belebend. Auch die Anwesenheit von Gästen aus Deutschland, Frankreich, Italien und Oesterreich hob die Feststimmung.

Generalversammlung des V.S.E. am 6. Juli 1929.

Um 3 Uhr nachmittags versammelten sich die Vertreter der Werke unter dem Vorsitz von Herrn Präsident *Ringwald* im festlich geschmückten Gemeindesaal, um die Jahresgeschäfte zu erledigen. Ueber die Details der Verhandlungen gibt das Protokoll auf Seite 593 dieser Nummer Auskunft. Speziell erwähnen möchten wir die einstimmig erfolgte Wiederwahl der bisherigen Vorstandsmitglieder Dir. Bertschinger-Zürich, Dir. de Montmollin-Lausanne und Dir. Niesz-Baden, und die mit Akklamation erfolgte Annahme der Einladung von Stadt und Elektrizitätswerk Genf, die nächste Generalversammlung in der Rhonestadt abzuhalten. Es folgte der mit grossem Beifall aufgenommene und vom Vorsitzenden warm verdankte Vortrag des Herrn Baurat Dr.-Ing. E. Jacob, Stuttgart, über Simultanbetrieb von Dreiphasen- und Einphasen-Anlagen durch Stromüberlagerung auf gemeinschaftlichen Linien[1]).

Eine kleine Pause diente der Vorbereitung der Diplomierung der 124 Jubilare, welche u. a. darin bestand, die Damen, welche sich während

[1]) Dieser Vortrag wird in einer nächsten Nummer erscheinen.

des geschäftlichen Teiles auf einem Ausflug in die Umgebung mit Ziel Suvretta-Haus vergnügt hatten, im Saale zu empfangen.

Der Vorsitzende eröffnete den Akt mit einer herzlichen Ansprache [2]). Sechs, wie von Kennern versichert wird, wunderhübsche Ehrendamen in reizenden Trachten übergaben unter dem Beifall der Versammlung jedem Jubilar für 25jährigen treuen Dienst in demselben Unternehmen Diplom, Plakette und einen Alpenrosenstrauss.

Verehrte Damen und Herren!

Zum zweiten Male seit dem Bestehen unseres Verbandes versammeln wir uns in St. Moritz. Das erste Mal im Jahre 1904, also genau vor 25 Jahren. Damals zählte der Verband 163 Werke, heute bedeutend mehr als das Doppelte. Die Einladung der Gemeinde St. Moritz haben wir mit grosser Freude angenommen, und es ist unsere erste, aber auch willkommene Pflicht, vorab den Behörden und dem Werke, insbesondere den Herren Gemeindepräsident Nater und



Fig. 2.
Herr Direktor Th. Rofler, Präsident des Organisationskomitees, mit den Ehrendamen.

Am Abend begab man sich unter den Vorläufern eines gewaltigen Gewitters ins Grand Hotel, in dessen glänzenden Räumen ein Bankett mit 450 Gedecken die Vertreter der Werke, ihre Damen und die Gäste vereinigte. Die Aufgabe, eine so grosse Gesellschaft in derart einwandfreier Weise zu bedienen, wie es geschehen ist, wurde scheinbar spielend gelöst. Man ass sich durch ein mit hochinternationaler Nomenklatur angekündigtes, raffiniert zusammengestelltes Menu hindurch, ergab sich zwischenhinein den gebotenen rhetorischen Genüssen, erquickte sich an den Darbietungen der Tafelmusik und nahm dankbar die Vorträge des Männerchor-Quartetts und die Produktionen des Gobi Walder entgegen.

Herr Präsident *Ringwald* begrüsste die Vertreter der Werke, vor allem ihre Damen, die Vertreter der eidgenössischen, kantonalen und Gemeindebehörden, die Delegierten der in- und ausländischen befreundeten Verbände, die Presse und die übrigen Gäste, die Funktionäre der Verbände, hiess sie alle herzlich willkommen und hielt folgende, von mächtigen Donnerschlägen sekundierte Ansprache:

[2]) Siehe diese Nummer, S. 594.

Direktor Rofler, herzlich dafür zu danken, dass sie uns trotz der grossen Zahl wiederum zur Tagung nach St. Moritz eingeladen haben. Ohne diese ausserordentlich geschätzte Einladung wäre wohl manchem heutigen Teilnehmer dieser Tagung dieses von der Natur so reich begünstigte Hochtal verschlossen geblieben, und mancher hat sich wohl schon lange darauf gefreut, einige Stunden hier verbringen zu können, in einem Kanton an der Ost- und Südmark unseres Landes, dessen Geschichte und Gestalt uns wohl seit den Studienjahren immer gefesselt hat. Wenn wir, wie hier, in Täler und Landschaften kommen, wo uns Burgen und Ruinen von den Höhen grüssen, so wissen wir immer, dass eine Zeit weit zurückliegt, die an Geschehnissen und Prüfungen reich war. Die Ureinwohner dieses Landes haben schon im 15. Jahre nach Christi mit den Römern harte Kämpfe bestehen müssen und mussten sich 400 Jahre ihrer Herrschaft fügen. Doch nach dem Sturze des römischen Reiches prägte sich der Freiheitsdrang aus, nicht immer mit Erfolg. Es entstanden Kämpfe mit den Ostgoten und Franken, und später, nach der Reformation, entstanden innerliche Zwiste, so dass das Ausland wiederholt Vorwände fand,

das Land zu besetzen. Erst der Staatsklugheit und Energie von Männern, wie Georg Jenatsch und Planta, gelang es, die Selbständigkeit wieder zu erringen, bis das Land, wenn auch durch neuerliche Unruhen und Besetzungen heimgesucht, im Jahre 1803 als 15. Kanton in die Eidgenossenschaft eintrat. Wenn wir diesen kurzen Rückblick überdenken, so verstehen wir auch, wie es kam, dass das Bündnervolk allezeit in ganz besonderer Weise freiheitsliebend und auf seine errungenen Rechte stolz war. Diese Eigenschaften machen dieses Volk auch ganz besonders zum Eckpfeiler unserer Südostmark befähigt.

Wir kommen heute aber nicht nur, um zu danken, sondern auch als Gratulanten, gleichsam zu einem Geburtstagsfeste. Frühzeitig sind in diesem Lande die treibenden Kräfte des Wassers zur Erzeugung von elektrischer Energie verwendet worden. Im Jahre 1879 wurden bereits die ersten Lampen in St. Moritz verwendet. 1904 bestanden im Kanton Graubünden bereits 23 Werke mit einer Jahresproduktion von ca. ein bis zwei Millionen kWh. 1929 ist diese Produktion durch grössere Werke bis auf 500 Millionen kWh gestiegen, und heute feiert das Brusio-Werk sein 25jähriges Jubiläum. Die Benützung der Wasserkräfte am Südabhang der Berninagruppe war schon im Jahre 1889 im Studium. 1904 bis 1907 erfolgte der Bau der Kraftstufe Campocologno, und inzwischen sind die Kraftwerke auf eine Leistung von ca. 100 000 PS gebracht worden. Seit 1920 steht unser lieber Kollege, Herr Direktor Rickenbach, dem Unternehmen vor, und es gereicht uns zur besonderen Freude, ihm heute zu der Feier seiner Unternehmung unsere herzlichsten Glückwünsche zu entbieten.

Neben dieser bedeutenden Kraftanlage bestehen aber noch diejenigen in Klosters, das Werk der Stadt Zürich und die Rhätischen Werke Thusis, die alle bedeutende Energiemengen liefern. Aber trotzdem ist der Kanton mit seinen Wasserkräften noch lange nicht am Ende. Noch schlummern gewaltige Kräfte und harren der Befreiung zum Dienste an der Menschheit. Die stets zunehmende Mechanisierung des täglichen Lebens legt allen Völkern mehr als je die Frage nach der zukünftigen Beschaffung der Energie nahe. Wohl eröffnet die Physik beständig neue Erkenntnisse. Wohl sagt uns ein Ahnen, dass vielleicht sowohl in der Erzeugung als auch in der Verwendung der Elektrizität noch andere, ganz neue Wege zu gehen sein werden, aber Umwälzungen von solcher Bedeutung können noch lange auf sich warten lassen, und inzwischen werden die Völker eben den Blick immer wieder nach Bergen und Tälern richten, wo im ewigen Kreislauf der Natur das Kraft spendende Element aus dem Weltenraum zu uns zurückkehrt.

Betrachten wir kurz die Energieversorgung unseres ganzen Landes, so finden wir

im Jahre 1886: bei 2,83 Millionen Einwohnern eine Produktion von 3 Millionen kWh = ca. 1 kWh pro Kopf;

20 Jahre später: *1906:* bei 3,5 Millionen Einwohnern 473 Millionen kWh = 133 kWh pro Kopf;

wiederum 20 Jahre später: *1926:* bei 4 Millionen Einwohnern 4500 Millionen kWh ≈ 800 kWh pro Kopf.

Man sieht an diesen wenigen Zahlen die beispiellose Entwicklung, welche im Schweizerlande die Elektrizitätsversorgung genommen hat. Kein Wunder, wenn wir von allen Kulturstaaten diesbezüglich heute an erster Stelle stehen. Ein Wunder ist es vielmehr, dass trotzdem immer noch über die Elektrizitätswirtschaft geschimpft wird, aber es ist das Zeichen unserer heutigen Zeit, dass man über alles schimpft. Wir sind in der Epoche der Umwälzungen, sowohl im täglichen Leben, im Berufe, in der Wissenschaft. Das Vertrauen zu vielem Hergebrachten, was früher gut schien, ist ins Wanken gekommen. Der Jurist fühlt, dass sein Klient nicht mehr mit ihm zufrieden ist, der Arzt, dass er das Vertrauen nicht unbedingt mehr geniesst, während der Kurpfuscher heute in hoher Blüte steht. Ganz ähnlich geht es auch bei uns. Wir wollen diese Erscheinungen nicht überschätzen, aber wir dürfen nicht achtlos daran vorbeigehen. Sie deuten darauf hin, dass heute mehr als je die Gesellschaft oder Gruppen derselben, ja sogar der Einzelne, individuell behandelt sein will und dass sich alles gegen Schablonisierung sträubt. Dies scheint ein Widerspruch zu sein mit dem Rufe nach Einheitstarifen, Planwirtschaft, einheitlichen Elektrizitätsbestimmungen, doch wir dürfen Ursache und Wirkung nicht verwechseln. Wer glaubt, unzufrieden zu sein, ruft nach Mitteln, die nicht immer das Richtige treffen. Was wir tun müssen, liegt in zwei Richtungen: einmal in der Aufklärung und im eingehenden Studium der Bedürfnisse des Konsums und der Mannigfaltigkeit desselben. Wir müssen noch weit über das bisherige hinaus schaffende und wirkende Kleinarbeit leisten. Es ist nicht nur damit getan, möglichst viel Energie zu verkaufen, es muss auch die Frage im Auge behalten werden: wie kann der Konsument diese möglichst rationell anwenden? Denn wenn man ihm hilft, die Energie rationell zu verwenden, wenn man ihm zeigt, wo und wie ihm die Elektrizität den Lebenskampf erleichtern und seinen Wohlstand fördern kann, wird er auch eher gewillt und imstande sein, die Bedingungen einzugehen, die wir ihm unterbreiten müssen.

In der andern Richtung müssen wir darauf bedacht sein, rechtzeitig die Energiebedürfnisse unseres Landes voraus zu sehen und rechtzeitig für die Erschliessung neuer Energiequellen zu sorgen. Vorerst sollten nur die grössten und wirtschaftlichsten Energiequellen in Angriff genommen werden. Wo das Werk für den Einzelnen zu gross ist, steht der Weg der Vergesellschaftung offen. Wir dürfen nicht rasten und nicht ruhen, unsere Arbeit in den Dienst des ganzen Volkes zu stellen. Ich erhebe mein Glas und bitte Sie, mit mir anzustossen auf das Blühen und Gedeihen unseres Verbandes. Möge es uns gelingen, der Zeit stets gerecht zu werden, die Aufgaben, die an uns herantreten, glücklich zu lösen und dem Volke wahrhaft zu dienen, so dass wir frohen Mutes in die Worte Gottfried Kellers ausbrechen dürfen:

«Lasse strahlen Deinen schönsten Stern
Nieder auf mein irdisch Vaterland.»

Im Namen der bündnerischen Regierung begrüsste Herr Bezirksingenieur *Fontana* den V. S. E. und gab mit beredten Worten seiner Freude über den Besuch des V. S. E. im Bündnerland Ausdruck. Herr Gemeindepräsident *Nater* sprach im Namen der Gemeinde St. Moritz. Er beglückwünschte den V. S. E., dass er nach 25 Jahren wieder nach St. Moritz gekommen ist, um zu tagen. Er wies auf die gewaltige Entwicklung des Energiekonsums seiner Gemeinde im letzten Vierteljahrhundert hin. Vor 25 Jahren glaubte man, dass das damalige Gemeindewerk von rund 1000 PS für Ewigkeiten genüge; heute könnte es ohne Fremdstrombezug nicht einmal die Leistung für ein einziges der grossen Hotels liefern.

In Vertretung des an der Teilnahme verhinderten Herrn Bundesrat Pilet-Golaz und des ebenfalls verhinderten Herrn Direktor Mutzner überbrachte Herr *Dr. Kobelt* die Grüsse des Departements des Innern und des Amtes für Wasserwirtschaft. Er verbreitete sich in launiger Weise über das Verhältnis des Amtes zu den Produzenten und den Konsumenten elektrischer Energie. «Was wollten Sie mit ihrer vielen überschüssigen Energie machen, wenn niemand da wäre, der Exportbewilligungen erteilt?» Er sprach sodann das Wort der Verständigung zwischen Produzenten und Konsumenten.

Sodann gab der Vorsitzende das Wort Herrn Ständeratspräsident Dr. *Wettstein*, der sich vor wenigen Tagen in Zürich im Glanz der ägyptischen Königskrone gesonnt habe. Als Präsident des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes überbrachte er dessen Grüsse und sprach treffliche und warme Worte über die ausgezeichneten Beziehungen der beiden Verbände. Er analysierte dann die vielerlei Qualitäten des Wassers, kam zur Schlussfolgerung:

"Αριστον μὲν ὕδωρ

(das Beste ist das Wasser)

nahm zu seinen Ehren einen erfrischenden Schluck und präzisierte sofort:

's Wasser bruucht's zum Räder triebe,
zum Trinke lass' es lieber bliebe.

Zum Schlusse sang er das Lob der Frauen im allgemeinen und dasjenige der Frauen der Elektrizitätsmänner im besondern und erhob sein diesmal mit funkelndem Wein gefülltes Glas auf ihr wohltätiges, anspornendes und reiche Früchte tragendes Walten unter der Männerwelt. Weiter sprach Herr Ing. *Hurter* als Vertreter des Verbandes schweizerischer Elektro-Installationsfirmen. Er stiess an auf ein weiteres erspriessliches Zusammenarbeiten der beiden Verbände, dieweil Herr *Langlotz* aus München die an die deutschen und österreichischen Verbände ergangene Einladung verdankte und dem Wunsche Ausdruck gab, dass das Zusammenwirken seiner Verbände mit dem V. S. E. reiche wirtschaftliche Früchte tragen möge. Die Reihe der Reden beschloss Herr *Schlumberger*, Mülhausen; er entbot die Grüsse der Vereinigungen Frankreichs und Italiens, wies auf die engen Bande hin, welche die Werke Frankreichs, speziell diejenigen des Elsass, mit den unsrigen verbinden und erwähnte die Zusammenarbeit der Schweiz mit Frankreich beim Bau des Grosskraftwerkes Kembs.

Eine von der Telion A.-G. in Zürich zur Verfügung gestellte Lautsprecheranlage trug die trefflichen Reden zum Ohr eines jeden, auch derjenigen, welche in einem Nebenraum placiert werden mussten.

Reichen Beifall erntete das Doppelquartett des Männerchors «Frohsinn» mit einigen prächtig gesungenen romanischen und deutschen Liedern, und der stets gut über die Vorgänge in der Welt der schweizerischen Werke und im Werksbetrieb, auch derjenigen hinter den Kulissen, informierte Gobi Walder mit seinen witzigen Versen.

Gegen Mitternacht verzog man sich in die eleganten Gesellschaftsräume des weiten Hotels zum ungezwungenen Beisammensein und vor allem zum Tanzen. Man — worin nicht nur die Jungmannschaft, sondern auch sehr lebenserfahrene Damen und Herren inbegriffen sind — erlag den Rhythmen eines rassigen Orchesters und vergnügte sich aufs beste bis gegen Morgen. Den Heimweg bahnte man sich tapfer durch Pflüder und beunruhigte sich dabei über das Schicksal des Seidenwerkes an zarten Füsschen.

Nach kurzer Ruhe stieg man im Morgensonnenschein des 7. Juli abermals über den frisch gewalzten Platz zum hübsch bekränzten Schulhaus hinauf, allwo die

Generalversammlung des S. E. V. am 7. Juli 1929

auf 9 Uhr angesagt war. Herr Dir. *Zaruski*, Vizepräsident des S. E. V., führte in Vertretung des leider erkrankten Präsidenten, Herrn Dir. J. Chuard, den Vorsitz und leitete die Verhandlungen in vortrefflicher Weise, worüber das Protokoll auf Seite 590 dieses Bulletin ausführlich Auskunft gibt. Unter Akklamation kamen die bisherigen Vorstandsmitglieder Obering. A. Calame, Dr. K. Sulzberger und Dir. A. Zaruski zur Wiederwahl. Die Versammlung ernannte Herrn Dr. E. Huber-Stockar zum Ehrenmitglied und brachte ihm, als dem erfolgreichen, weit über die Landesgrenzen hinaus bekannten Ingenieur, dem hochverdienten Förderer und Leiter der Elektrifizierung der Schweizerischen Bundesbahnen, eine herzliche Ovation dar.

Besonders schöne Worte der Dankbarkeit fand Herr Dr. *E. Tissot* für die Hingabe, mit welcher Herr Vizepräsident Zaruski seine Arbeitskraft und Intelligenz seit vielen Jahren in den Dienst des Vereins stellt. Er überreichte ihm unter dem Beifall der Versammlung einen Strauss Alpenblumen für seine zurzeit kranke Frau Gemahlin. Man hörte dann einen interessanten Vortrag von Herrn Ing. *F. Rutgers* über den gegenwärtigen Stand der Elektrifizierung in Aegypten und deren Aussichten für die Zukunft[3]). An Hand einer Reihe prächtiger Lichtbilder entwarf er ein vorzügliches Bild dieses heute viel beachteten Landes im allgemeinen und seiner Elektrizitätswirtschaft im spe-

[3]) Der Vortrag wird in einer der nächsten Nummern erscheinen.

ziellen. Herr Ingenieur *F. Grieb* erörterte in interessanter Weise die verschiedenen Mittel zur Verbesserung des cos φ, ein Thema, das noch lange aktuell und von grösster Bedeutung sein wird[4]). Herr Ing. *W. Rickenbach,* Direktor der Kraftwerke Brusio A.-G., zeigte einen hervorragenden Film über die Kraftwerke seiner Gesellschaft im Puschlav, welche wir andern Tags besichtigen sollten, und gab die dazu notwendigen technischen Erläuterungen[5]). Den reichen Beifall der Versammlung kleidete der Vorsitzende in warme Worte des Dankes an die Adresse der Herren Referenten und entliess uns, als die Mittagsglocke schon geraume Zeit geläutet hatte. Noch trat vor dem Schulhaus ein fixer Photograph auf den Plan und waltete seines Amtes, allerdings mit, wie sich nachträglich herausstellte, negativem Erfolg.

Ein Nachmittag voll Sonnenschein lud zum Hinauffahren in die vom Neuschnee der vergangenen Nacht überzuckerten Höhen. Die Festkarte und das schöne weisse Festzeichen hatten Zauberkraft. Man fuhr damit, soviel man wollte, auf der ehrwürdigen St. Moritzer Strassenbahn, liess sich bequem hinauffahren nach Chantarella und Corviglia oder auch nach Muottas Muraigl. Aller Sorgen enthoben genoss man in festlicher Stimmung einen schönen Sonntagmittag und liess das Auge einen Blick tun in die Berge und auf die wunderbaren Oberengadiner Seen. Die ganz beschaulichen Geniesser und Engadiner Routiniers zogen einen idyllischen Spaziergang zum Stazersee vor oder bummelten auch auf einem andern der vielen schönen Spazierwege der Umgebung dahin. Wieder andere verweilten im Segantini- oder im Engadiner-Museum.

Am Abend wallte man gestärkt und wohl vorbereitet zu dem verheissungsvollen S. E. V.-Bankett ins Bad hinunter, sofern man nicht schon dort stationiert war. Auch Ortsunkundige verfehlten den Weg ins Hotel «Victoria» nicht. Man hatte sich nur dem breiten Strom der Damen und Herren mit schweizerischer Gangart und festzeichengeschmücktem Revers anzuschliessen, um ans Ziel zu gelangen. Jedermann fand in dem geräumigen Saale Platz und jedermann freute sich über die glänzend vorbereitete und klappende Organisation. Auch hier trugen die stimmgewaltigen Lautsprecher der Telion A.-G. die Weisungen des Komitees in den Saal hinaus zu den viel beanspruchten Ohren der Festenden und liessen die mannigfaltigen Tafelgeräusche verstummen, wenn ein Redner die ersten Worte gesprochen, damit einen Ohrenschmaus ankündete und die Hoffnung erweckte, in Bälde auf etwas Hohes und Edles anstossen zu können.

Wiederum verhiess ein geschmackvoll gedrucktes Menu auserlesene Tafelfreuden und ein Unterhaltungsprogramm reiche geistige Genüsse. Die ersten Rhythmen des famosen Kurorchesters induzierten in tanzfreudigen Seelen Vorfreuden auf den zweiten Teil. Doch vorerst gab man sich dem hervorragenden Mahle hin, hörte die trefflichen Reden und quittierte mit brausendem Applaus die künstlerischen Gaben der Vereine.

[4]) Dieser Vortrag wird in einer nächsten Nummer erscheinen.
[5]) Siehe diese Nummer, S. 553.

Als erster begrüsste der Vorsitzende, Herr Direktor *Zaruski,* die anwesenden Ehrenmitglieder und Mitglieder des S. E. V. und ihre Damen, die Vertreter der eidgenössischen, kantonalen und Gemeindebehörden, die Lokalpresse und die grosse Zahl in- und ausländischer Gäste mit folgender Ansprache:

«Sehr geehrte Damen und Herren!

An Stelle des Herrn Präsidenten Chuard, der zu seinem grossen Leidwesen wegen gesundheitlichen Störungen an unserer Tagung in St. Moritz nicht teilnehmen kann, habe ich die Ehre, Sie zu begrüssen und herzlich willkommen zu heissen.

Im Namen des Vereins danke ich der Gemeinde St. Moritz für ihre Einladung, unsere Generalversammlung in St. Moritz abzuhalten. Besonderen Dank schulden wir Herrn Direktor Rofler, der die nicht leichte Aufgabe hatte, alles, was mit einer Generalversammlung des S. E. V. zusammenfällt, vorzubereiten, und diese Aufgabe vorzüglich gelöst hat.

Herzlichen Dank sagen müssen wir auch der h. Regierung des Kantons Graubünden, die uns nach der gestrigen Ungunst des Himmels heute noch die Sonne geschickt hat, sowie den befreundeten Kraftwerken Brusio, der Berninabahn und den Rhätischen Bahnen, die mit ihren Beiträgen mitgeholfen haben, uns so genussreiche Stunden im ewig schönen Engadin zu verschaffen.

Ich habe auch die Pflicht, den eidgenössischen und kantonalen Behörden, Institutionen und Verbänden im Inland und den befreundeten Verbänden im Ausland, die ihre Delegationen hierher entsandt haben, zu danken für die uns damit erwiesene Aufmerksamkeit. Wir schätzen dieselbe hoch ein, weil wir an den Generalversammlungen Gelegenheit haben, den Delegierten zu zeigen, was im S. E. V. und in seinem Schwesterverband, dem Verband schweizerischer Elektrizitätswerke, in wissenschaftlicher Richtung und im Interesse der schweizerischen Volkswohlfahrt gearbeitet wird.

Grosse Freude macht es uns, dass es sich unser verehrtes und liebes Ehrenmitglied, Herr Dr. E. Tissot, trotz seiner vielfachen Beanspruchung nicht hat nehmen lassen, einige Stunden zu uns zu kommen. Ich darf annehmen, dass er beobachten konnte, dass der S. E. V. heute noch in seinem Geiste arbeitet. Die übrigen Ehrenmitglieder sind durch Krankheit und Abwesenheit verhindert, an der Versammlung teilzunehmen. Wir gedenken ihrer und ihrer grossen Verdienste um den Elektrotechnischen Verein.

Als Gäste weilen unter uns die Herren Prof. Rutgers, von der kgl. technischen Hochschule in Kairo, und Ingenieur F. Grieb, von B. B. C., Baden. Den beiden Herren und Herrn Direktor Rickenbach schulden wir besten Dank für ihre fachtechnischen Vorträge von heute morgen.

Herzlich begrüssen wir auch die Mitglieder des Vorstandes unseres Schwesterverbandes, des V. S. E., und alle unsere Mitarbeiter in der Vereinsverwaltung. Das sind unsere lieben Freunde und Kollegen, die in treuer Zusammenarbeit mit uns immer nur das eine Ziel im Auge haben, unserem Heimatlande zu dienen.

Zum Schlusse entbiete ich noch unserm Herrn Präsidenten Chuard die besten Wünsche für die baldige und vollständige Wiederherstellung seiner Gesundheit und Ihnen allen heute und morgen recht genussreiche Stunden. Ich bitte Sie, mit mir anzustossen auf das Gedeihen des S. E. V.»

In elegantem Französisch sprach Herr Direktor *Tzaut* vortreffliche Worte im Namen des Finanzdepartementes, des Departementes des Innern und der Eidgenössischen Kommission für elektrische Anlagen. Heute erscheinen all die hohen Herren, welche sich das Jahr hindurch das Leben sauer machen, mit verbindlichem Lächeln. Das Problem, das auf ihnen lastet, ist ja schwer genug; es lautet: Wie kann man drei Leitungen mehr aufstellen, um drei weniger zu haben. Er trinkt auf das Wohl des S. E. V. und meint, unter grosser Heiterkeit der Zuhörerschaft, dass, wenn es gelänge, ein Jahr lang in Frieden zusammen zu leben, es sich wohl lohnen würde, eine spezielle Tagung zur Feier dieses Ereignisses einzuberufen. — Herr Bezirksingenieur *Fontana* hiess den S. E. V. im Namen der bündnerischen Regierung im Prunksaal des Kantons, im Engadin, herzlich willkommen. Er brach eine Lanze für das Postulat der hilfebedürftigen Gebirgsbevölkerung und eine für die Erhaltung der natürlichen Schönheit des Silsersees. — Herr Oberingenieur *Eggenberger* überbrachte die Grüsse des Verbandes Schweizerischer Transportanstalten, der Rhätischen Bahnen, der Berninabahn und der Schweizerischen Bundesbahnen. Er wies auf die glückliche Vollendung der ersten Etappe der Elektrifizierung der S. B. B. hin. Heute werden 1660 km ihres Netzes elektrisch betrieben; die elektrifizierten Linien bewältigen 80 % des gesamten Verkehrs. Die Gesamtausgaben für die Elektrifizierung belaufen sich bis Ende 1928 auf Fr. 700 000 000. Hervorragende Verdienste um das Zustandekommen des grossen Werkes kommt den Herren Dr. Tissot, Prof. Dr. Wyssling und Dr. E. Huber-Stockar zu. Ihnen gebührt dafür der Dank des ganzen Schweizer Volkes. Der Redner ging dann in interessanter Weise auf das Problem der Beschaffung der Energie für den Betrieb der S. B. B. ein. Heute besitzen die S. B. B. Kraftwerke an der Peripherie des Landes. Es ist beabsichtigt, die ersten weiteren Werke näher an den Verbrauchszentren zu bauen. Die Konzession für ein Etzelwerk ist bereits erteilt; in absehbarer Zeit wird damit in unmittelbarer Nähe des Hauptverkehrszentrums, Zürich, ein Kraftwerk entstehen, das die Belastungsverhältnisse, namentlich auch in Bezug auf den cos φ, wesentlich verbessern wird. Ein wichtiges Postulat, das man ebenfalls zu verwirklichen suchen wird, ist die Zusammenarbeit mit den Werken für Allgemeinverbrauch. — Herr Prof. Dr. *Bauer* sprach für die befreundeten inländischen Vereine und Verbände und machte sich zum Anwalt der vermehrten Zusammenarbeit der Werke mit den Fabrikanten. Die Fabrikanten brauchen die Unterstützung der Werke, um dauernd Vorzügliches leisten zu können. Das beweglichere Ausland ist uns in dieser Beziehung weit voraus. — Noch begrüsste uns Herr Dir. *Cesari* im Namen der italienischen und französischen Fachverbände und Herr Baurat Dr.-Ing. *Jacob* im Namen des VDE und des Elektrotechnischen Vereins in Wien. Beide Herren betonten die hohe Bedeutung der internationalen Zusammenarbeit für den Fortschritt der Elektrotechnik. Herr Dr.-Ing. Jacob sprach die Hoffnung aus, dass die Schweiz regen Anteil nehmen werde an der nächstes Jahr in Berlin abzuhaltenden Weltkraftkonferenz.

Der Männerchor «Frohsinn», der Gemischte Chor St. Moritz, ein Kinderchor und eine Kinderreigengruppe führten mit dem Kurorchester zusammen Fragmente aus Barblans Calvenfeier-Festspiel auf und rissen damit die Zuhörer zu heller Begeisterung hin. Bei der Hymne «Heil dir mein Schweizerland» erhob sich spontan die ganze Tafelgesellschaft von über 500 Personen und sang stehend mit. Wunderhübsche Reigen mussten, unter der vortrefflichen Regie einer unserer schönen Ehrendamen, wiederholt werden. Der Beifall wollte kein Ende nehmen.

Eine ganz besonders feine Gabe dedizierte das Elektrizitätswerk St. Moritz jedem Teilnehmer in Form eines prächtigen Albums mit Engadiner Landschaften von A. Steiner, ein Werk, das sicher in der Bibliothek eines jeden einen Ehrenplatz einnehmen wird.

Es war schon spät, als ein Teil des Saales geräumt wurde, um auch da den Tanzfreudigen ein Parkett zur Verfügung zu stellen, nachdem in andern Räumen sich die Paare längst gedreht hatten. Forschungsreisen durch die weiten Hotelhallen führten uns zu mancher lauschigen oder mondänen Ecke, wo es sich wohl sein liess. Die Reihen waren schon etwas gelichtet, als Herr Oberst Bon und einer seiner Getreuen in origineller Verkleidung die Bühne bestiegen und in humorvoller Weise den Elektrikern von Niederspannungen, Mittelspannungen, Hochspannungen, Höchstspannungen und sogar Ueberspannungen erzählten und aus der Tätigkeit von unzählbaren Kommissionen unserer Verbände Indiskretionen in die Oeffentlichkeit schleuderten. Die Produktion verhallte leider im weiten Saale und kam deshalb nicht zur vollen Geltung. Auch Gobi Walder spendete seine Gaben. Es wäre noch über so vieles Bemerkenswerte zu berichten, was an diesem glänzenden Abend passiert ist. Aber vieles davon war so schön, dass der Wortschatz des Berichterstatters zu dessen Erzählung nicht hinreicht. Tatsache ist, dass nicht wenige erst den Heimweg suchten und fanden, als es schon tagte, und dabei erst nicht die letzten waren.

Die Exkursionen.

Den kaum begonnenen Schlummer unterbrach in aller Herrgottsfrühe der weckende Nachtportier, welcher für seine Pünktlichkeit und Pflichttreue eine mühsam hinuntergewürgte guteidgenössische Verwünschung einheimste. Das Aufstehen tat weh, aber das Programm musste eingehalten werden, denn wehe dem, welcher etwa, mit einer Karte für den ersten Berninaexpress versehen, den zweiten hätte besteigen wollen! Der Bannstrahl des gestrengen Organisationskomitees hätte ihn zerschmettert. Bitter hat es deshalb mit andern auch der Bericht-

erstatter beklagt, dass er, mitten in den Bankettfreuden im Hotel «Victoria», in jugendlichem Uebermut einen Platz im ersten Zug belegen liess. Nun musste Wort gehalten werden.

Angesichts des wenig verheissungsvollen Himmels von der Zweckmässigkeit des Besteigens eines «Aussichtswagens» nur halb überzeugt, tat man es dennoch, sauste in die schwarze Hölle eines Tunnels hinein, wo die darin niederpeitschenden Gewässer und der frische Luftzug alle Schlafgelüste absorbierten. Die morgendliche Fahrt wurde erstmals auf der Station Morteratsch unterbrochen. Man spazierte bequem und leichten Gemütes zum Gletscher hinauf und wieder hinunter, erinnerte sich dabei an Gletscherpartien, die in wesentlich gewichtigerer Ausrüstung unternommen wurden, und liess sich alsdann auf die Bernina-Passhöhe hinauftraktieren, allwo ein beissendes Schneegeriesel die Insassen der gedeckten Wagen denjenigen der Aussichtswagen zu freundlichem Zulächeln veranlasste. Dafür aber hatten die letzteren bei der Ankunft auf Alp Grüm bereits gearbeitet und den am dortigen Buffet von der Berninabahn und dem Elektrizitätswerk St. Moritz gespendeten Znüni doppelt verdient. Nach halbstündiger herrlicher Rast auf diesem weltberühmten Aussichtspunkt — der Himmel hatte sich bereits wieder aufgehellt —, stieg man, stolpernd, weil die Augen, statt sich auf nähere Dinge zu konzentrieren, immer zum glitzernden Palügletscher hinüberschweiften, zum Kraftwerk Palü der Kraftwerke Brusio A.-G. und weiter, auf einem hübschen Bergspaziergang, zum Kraftwerk Cavaglia hinab. Unter der ausgezeichneten Führung von Herrn Direktor *W. Rickenbach* und seinem Adjunkten, Herrn Ing. *Lusser*, wurden diese modernen und interessanten Anlagen besichtigt, auf welche in dieser Nummer des Bulletin an erster Stelle im Detail eingegangen wird. Auf der Station Cavaglia erwartete uns die längste Zugskomposition, welche die Berninabahn je geführt hatte und führte uns, zusammen mit denjenigen, welche den Kraftwerksbesuch nicht mitgemacht hatten, in sicherer Fahrt voll hohen Genusses, in unzähligen Kehren, deren jede neue, unvergessliche Ausblicke in das Puschlav hinunter bis zu den Bergamasker Alpen hinüber eröffnete, talwärts, Italien zu. Die mitfahrenden Herren der Kraftwerke Brusio A.-G. machten uns in zuvorkommender Weise auf die zahlreichen

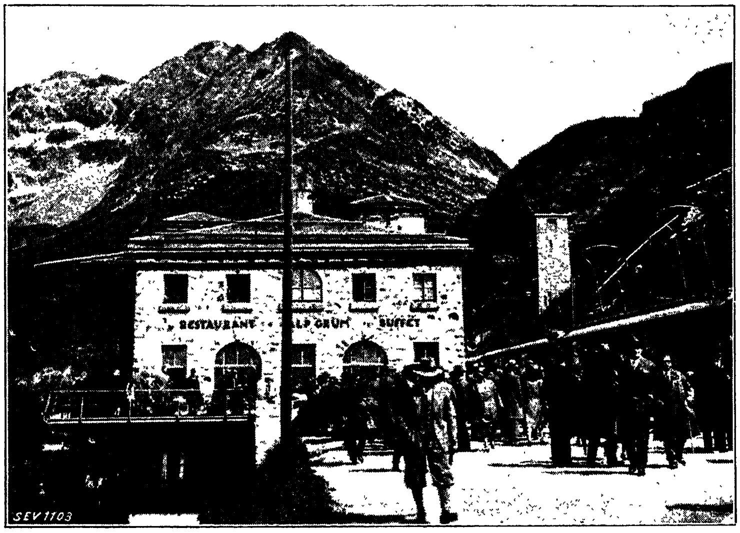


Fig. 3. Auf Alp Grüm. (Phot. Engadin Press Co.)



Fig. 4.
Abstieg vom Kraftwerk Palü nach Cavaglia.

technischen und natürlichen Sehenswürdigkeiten aufmerksam und erteilten bereitwillig und sachkundig jede gewünschte Auskunft. Man erreichte Poschiavo, erwiderte dort winkend die Grüsse des Personals der Kraftwerke Brusio im schmucken Direktionssitz, fuhr dem hübschen Puschlaversee entlang, blickte in der Kreiskehre Brusio vom hintersten Wagen des langen, einen grossen Teil des Kreises in Anspruch nehmenden Zuges der Lokomotive beinahe ins Gesicht und liess sich von der warmen, südlichen Sonne bescheinen. In kurzer Zeit war die Temperatur beträchtlich gestiegen; beschützten die Hüte vor wenigen Stunden manch illustres Haupt vor Erkältung, so schätzte man sie jetzt nur noch als Schattenspender und man begriff, dass der unter dieser Sonne wachsende Wein voller Kraft ist.

Schwarz-weisse Malereien an den Mauern der Häuser, das imposante Gesicht des Duce darstellend, und schmucke Alpini, welche unterwegs den Zug bestiegen hatten, deuteten auf italienisches Territorium hin. Nach unvergesslich schöner Fahrt hielt man, an der berühmten Basilika Madonna di Tirano vorbei, Einzug in Tirano.

—

Die wunderbare Anlage der Berninabahn und die Eleganz, mit welcher der an diesem Tag maximale, höchste Anforderungen an das Bahnmaterial und das Personal stellende Verkehr bewältigt wurde, entlockten manchem auch sonst zugeknöpftem Teilnehmer Ausdrücke hohen Lobes und Bewunderung. Wir haben deshalb Herrn Direktor Zimmermann gebeten, uns einige Angaben über die Bahn und den Verkehr am 8. Juli zu machen, was er in liebenswürdiger und verdankenswerter Weise wie folgt getan hat:

Ein eigentlicher Erbauer der Bahn kann nicht genannt werden, da die Projektverfasser mehrmals gewechselt und das Projekt total geändert wurde. Ursprünglich wurde das Projekt von der Firma Froté & Westermann in Zürich aufgestellt; dieses ging dann durch zwei bis drei Hände, einmal sogar in den Besitz einer englischen Gesellschaft, um dann endlich durch die besonders hiezu gegründete Berninabahn-A.-G. angekauft und nach vielen Aenderungen verwirklicht zu werden.

Den baulichen Teil führte die Firma Buss & Co., Basel, den elektrischen Teil die Firma Alioth, Basel, aus. Die Wagen lieferte die Industriegesellschaft in Neuhausen. Der damalige Direktor der Kraftwerke Brusio, Herr Nachenius, übernahm gleichzeitig auch die Direktion der Bahn. Diese gemeinsame Direktion dauerte über die Bauzeit hinaus bis ins Jahr 1910. Im Jahre 1906 war mit den Bauarbeiten begonnen und diese von beiden Endpunkten aus gefördert worden, so dass im Jahre 1908 die erste Teilstrecke eröffnet werden konnte. (Bau des Werkes Campocologno der Kraftwerke Brusio A.-G. 1904 bis 1907.)

Im Jahre 1910 konnte der durchgehende Betrieb aufgenommen werden. Sofort zeigte sich ein Bedürfnis, auf der nur für den Sommerverkehr eingerichteten Bahn auch den Winterbetrieb durchzuführen, um das ennetbirgische Puschlav ganzjährig mit der diesseitigen Schweiz zu verbinden. Erstmals im Winter 1913 konnte der durchgehende Winterverkehr aufgenommen werden, nachdem eine Reihe Sicherungsbauten ausgeführt worden waren. Seitdem sind fast Jahr für Jahr weitere Sicherungsbauten erstellt worden.

Die Gesamtlänge der Bahn beträgt 61 km, wovon ca. 2½ km auf italienischem Gebiete liegen. Die maximale Höhendifferenz beträgt von St. Moritz bis Berninahospiz 478 m, von Tirano, das auf 429 m ü. M. liegt, und Berninahospiz, auf 2256 m ü. M., 1827 m, eine Gesamtsteigung, wie sie keine andere schweizerische Bahn aufweist. Die Berninabahn ist denn auch die höchste europäische Adhäsionsbahn. Die maximale Steigung beträgt 70 ‰ und ist auf ca. 45 % der Bahnlänge anzutreffen.

Als Betriebsstrom wird Gleichstrom verwendet. Die Energie wurde früher ab Campocologno durch eine der Bahn gehörende, aber im Betrieb der Kraftwerke Brusio liegende Hochspannungsleitung den vier Umformerstationen zugeleitet, mit zwei rotierenden Umformergruppen von je 185 kW Leistung. Jede Umformerstation war ausserdem mit einer Pufferbatterie von 400 Ah ausgerüstet. Ueberdies waren zwei Hilfsbatterien aufgestellt. Heute sind nur noch drei dieser alten Umformerstationen in Betrieb, da inzwischen zwei automatische Gleichrichterstationen zu je 2 × 370 kW eingebaut worden sind, und zwar an Punkten, die bezüglich des Energiekonsums der Bahn am günstigsten liegen. Sukzessive sollen noch weitere drei Gleichrichterstationen, die sich im Berninabetrieb vorzüglich bewährt haben, eingebaut werden und damit die alten Umformer und Akkumulatorenbatterien ganz in Wegfall kommen. Die Fahrleitungsspannung wurde von ursprünglich 750 V nach und nach auf 1000 V hinaufgedrückt. Es wird, trotz der grossen Höhendifferenzen, nicht rekuperiert. Der Stromverbrauch betrug im Jahre 1928 total $3{,}33 \cdot 10^6$ kWh. Die maximale Belastungsspitze ergab ca. 2000 kW. Es sind 18 Motorwagen zu 300 PS Stundenleistung, zwei Vorspannlokomotiven von 200 PS Stundenleistung, ein Gütermotorwagen mit 150 PS, zwei Schnellzugslokomotiven mit 600 PS Stundenleistung vorhanden; ausserdem zwei grosse Dampf-Schneeschleudermaschinen sowie ein ganzes «Museum» verschiedener Schnee- und Spurpflüge, die der Offenhaltung der Bahn im Winter dienen. Auf der Passhöhe sind 5 bis 6 m Schneehöhe etwas durchaus Normales.

Der zulässige Achsdruck betrug ursprünglich 7½ Tonnen, während er heute bei einem maximalen Gewicht der Fahrzeuge von 45 Tonnen mit 11,2 Tonnen normiert ist.

Die zwei Spezialzüge, die 398 Teilnehmer der Exkursion des S. E. V. und V. S. E. von St. Moritz nach Alp Grüm beförderten, wurden dort zur Fahrt nach Tirano einem fahrplanmässigen Schnellzug angehängt. Es ergab sich damit ein Zuggewicht von annähernd 300 Tonnen. Ein solcher Zug ist auf der Berninabahn noch nie geführt worden, da selbst die schwersten Extrazüge sonst höchstens mit 200 Personen geführt werden. Ausser diesen und den fahrplanmässigen Zügen führte die Berninabahn an diesem

Tage zwei weitere Extrazüge mit Reisegesellschaften aus Luzern und aus Amerika.

Die Berninabahn lebt hauptsächlich aus dem Personenverkehr, indem ⅚ ihrer Einnahmen aus diesem und nur ⅙ aus dem Güterverkehr stammen. Das Personal der Bahn ist bei der Pensionskasse schweizerischer Elektrizitätswerke versichert.

—

In Tirano verteilte man sich in die verschiedenen Hotels, versuchte die langen Spaghettis nach den Regeln der Kunst zu vertilgen und vergriff sich an den ersten Schoppen Veltliner. Nach beendeter Mahlzeit begab man sich unter der liebenswürdigen Führung von Herrn Direktor Zimmermann, der, wie sich herausstellte, ausgezeichnet mit der couleur locale vertraut war, einen Rundgang durch den an Reminiszenzen aus der Zeit der bündnerischen Herrschaft reichen Ort.

Zur Rückfahrt ins Engadin hinüber stunden drei Züge zur Verfügung, welche Tirano in je dreiviertel Stunden Abstand verliessen. Vielfach wurde begrüsst, dass ein «letzter» Zug vorhanden war; man tat sich in den verschiedenen Trattorien gütlich und diskutierte die «wirtschaftlichen» Verhältnisse dieser gesegneten Talschaft und die Qualitäten ihres hauptsächlichsten Exportartikels. Den Erzählungen nach zu schliessen, muss die Stimmung auf der Rückfahrt im letzten der drei Züge am fröhlichsten gewesen sein.

In Le Prese wurde je ein kurzer Halt gemacht. Im schattigen Garten des Hotels am Puschlaversee waren wir die Gäste der Kraftwerke Brusio A.-G.; für jede der drei Gruppen stunden reich gedeckte Tische bereit; man erlabte sich an all den guten Sachen, lustwandelte im prächtigen Park und tat wohl auch einen Gang zum Strandbad. Herr Dr. *K. Sulzberger* machte sich zum Interpreten unserer Gefühle, indem er in warmen Worten den organisierenden Personen und Unternehmungen, vor allem Herrn Direktor Zimmermann von der Berninabahn und Herrn Direktor Rickenbach von der Kraftwerke Brusio A.-G., für all das Schöne und Gute, das uns an diesem wunderbaren Tage geboten wurde, herzlich dankte. Wir möchten an dieser Stelle diesen Dank wiederholen.

Erwähnt sei noch das Strandbad Le Prese, einmal wegen seiner wunderbaren Lage und dann wegen seiner elektrischen Heizung. Am Grunde eines mit dem See kommunizierenden Bassins sind Heizröhren angeordnet, die eine Leistung von etwa 40 kW aufnehmen. — Eine mutige Dame und einige Herren suchten in dem prächtig grünen Wasser Erfrischung und fanden sie in sehr hohem Masse.

Noch einmal genossen wir die unvergleichlichen Schönheiten einer Fahrt mit der Berninabahn. Die Berge und wir selbst waren in Abendstimmung. Der Zug wand sich geschmeidig wie eine Schlange den Berg hinauf. Wir taten noch einen Blick ins entschwindende Puschlav und schon flitzten wir am Lago Bianco vorbei in graues Gewölk und Schneegestöber hinein. Bequem lehnten wir uns in den Sitzen zurück, und nach einem hübschen Plauderstündchen im heimwärts eilenden Zug waren wir wieder in St. Moritz.

—

Eine *zweite Exkursion*, ebenfalls am 8. Juli, hatte Soglio zum Ziel. Auch diese Fahrt soll ausgezeichnet verlaufen sein, wie uns ein freundlicher Teilnehmer erzählte. In einem guten Dutzend Automobilen fuhren die etwa 50 Teilnehmer nach 8 Uhr morgens in langer Kolonne den Oberengadiner Seen entlang nach Maloja hinauf. Auch diese Reisegesellschaft wurde auf dem Kulminationspunkt ihres Ausfluges von Schneegestöber, gemischt mit Hagelkörnern, empfangen, das sich jedoch, genau wie auf Alp Grüm, bei der Abfahrt in eitel Sonnenschein auflöste. In unzähligen scharfen Kehren, welche an die Fahrkünste der Chauffeure hohe Anforderungen stellen, schlängelte sich die Kolonne talwärts. Ein prächtiger Ausblick auf die wild zerklüfteten und zackigen Granitfelsen der Bergellerberge, den Cengalo, den Badile, die Bondasca und warmer Sonnenschein liessen die auf Maloja-Passhöhe erlittenen Strapazen rasch vergessen. In interessanter Fahrt wurde Vicosoprano, Borgonuovo, Stampa, Promontogno passiert und dann in das schmale Bergsträsschen nach Soglio eingebogen. Zum grossen Glück kam den hinaufstrebenden Automobilen kein Fahrzeug entgegen: ein Ausweichen auf diesem Wege wäre eine ausserordentlich kitzlige Angelegenheit gewesen. Programmässig erreichte man *Soglio;* die Parkierung der Automobile in den engen, mit runden Steinen besetzten Gässchen war ein Problem für sich, wurde aber geschickt gelöst.

In diesem alten Dörflein mit seinen teilweise halb verfallenen Häusern und seinem bescheidenen, italienisch genügsamen Anstrich steht auf dem Hauptplatz das Palazzo derer von Salis, an längst entschwundene altbündnerische Herrschaftlichkeit und Grösse erinnernd. Heute ist dort die «Pension Willy» daheim, das einzige Hotel und Wirtshaus des Dorfes. Nach einem von der Gemeinde St. Moritz in freundlicher Weise offerierten Gabelfrühstück tat man einen Gang durch das ehrwürdige Palazzo. Grosse, hohe Vestibüls sind mit alten Gemälden, Waffen, Schildern geschmückt; Himmelbetten aus der guten alten Zeit zieren die Zimmer, Ahnenbilder und Gobelins hängen an den braunen Wänden. Ein Spaziergang in die unmittelbare Umgebung von Soglio führte zu einem Aussichtspunkt; tief unten liegt die Trutzburg Promontogno; gegenüber ragen in überwältigender Steilheit und Höhe die Zacken der Bondascagruppe in den blauen Himmel: ein einzig schöner Anblick.

Von diesen gewaltigen Bergen, von dem malerischen, bescheidenen und doch stolzen Dörflein, von den Schilden und Helmen im Palazzo des Geschlechts der Salis trennte man sich, um sich den Benzingefährten und den Männern mit der Chauffeurmütze anzuvertrauen, welche die Gesellschaft in sicherer Fahrt auf dem beängstigend schmalen Bergsträsschen ins Tal der schäumenden Maira beförderten. Auf dem Rückweg wurde noch das Verheerungsgebiet der wilden Albigna besichtigt und nach

Mittag langte man in Maloja an. Im Hotel Maloja-Palace war man wieder in der patinalosen Gegenwart und grossen, eleganten Welt. Ein ausgezeichneter Lunch und ein erstklassiges Orchester, dessen erster Geiger seinem südlichen Temperament freien Lauf liess, stimmten die Seelen vollends auf die Moderne um. Noch besichtigte man die Gletschermühlen von Maloja, tat einen Gang auf Segantinis Grab und verliess auch diesen schönen Flecken Erde, um über St. Moritz den heimatlichen Penaten zuzustreben.

—

Wem es nicht gelang, und namentlich, wem nicht daran gelegen war, einen Abendzug zur Heimfahrt ins Unterland zu erreichen, dem stund noch ein von offiziellen Beschwerlichkeiten freier Abend in St. Moritz bevor, was vielfach geschätzt wurde.

Nun sind wir alle wieder daheim. Wir erinnern uns mit grosser Befriedigung und Dankbarkeit der drei St. Moritzer Tage. Sie bedeuten für die organisierenden Personen ein maximales Gelingen, für die Teilnehmer einen hohen Genuss. Die Behörden, die Presse und die Bevölkerung von St. Moritz haben uns in grosser Herzlichkeit empfangen und liessen uns während unseres Aufenthaltes nichts fehlen. Herzlichen Dank allen, herzlichen Dank vor allem dem Organisationskomitee und dessen Präsidenten, Herrn Direktor Rofler und seinem Beamtenstab, herzlichen Dank den Behörden, den Bahngesellschaften, den Kraftwerken Brusio, den Vereinen, allen, die zum vollen Gelingen der Festlichkeiten beigetragen haben, und einen Handkuss den hübschen Ehrendamen! Auf Wiedersehen in weiteren 25 Jahren! *Br.*

Schweizerischer Elektrotechnischer Verein (S. E. V.).

—

Protokoll

der 44. (ordentlichen) Generalversammlung in St. Moritz, Gemeindesaal, Sonntag, den 7. Juli 1929, 9 Uhr.

—

Der Vorsitzende, Herr Dir. *A. Zaruski*, Vizepräsident des S. E. V., begrüsst in Vertretung des erkrankten Präsidenten, Hrn. Dir. J. Chuard, die Anwesenden im Namen des Vorstandes, heisst sie herzlich willkommen und eröffnet die 44. Generalversammlung.

Herrn Chuard werden auf Antrag des Vorsitzenden durch ein Telegramm die Wünsche der Versammlung für baldige Genesung übermittelt.

Entschuldigen lassen sich die Ehrenmitglieder:

Direktor E. Bitterli, Ingenieur, Paris;
Emil Bürgin, Ingenieur, Basel;
Direktor E^el Dubochet, Territet;
Prof. Dr. W. Wyssling, Wädenswil.

und die Vorstandsmitglieder:

Direktor J. Chuard, Präsident, Zürich;
Direktor E. Baumann, Bern;
Hch. Egli, Ingenieur, Seebach;
Oberingenieur A. Waeber, Fribourg;
Direktor E. Payot, Basel.

Der Vorsitzende gedenkt ehrend der seit der Generalversammlung vom 17. Juni 1928 verstorbenen Einzelmitglieder und leitenden Personen von dem S. E. V. angehörenden Unternehmungen:

A. Einzelmitglieder des S. E. V.:

	Mitglied seit:	Gestorben am:
Hermann Frey, Ingenieur, Zürich (Nachruf Bulletin 1928, S. 580)	1908	30. VII. 28
Jean Graizier, ancien directeur du Service de l'Electricité de la ville de Genève, à Genève (Nachruf Bull. 1928, S. 643) . . .	1889	25. VIII. 28
Karl Camenzind, Prokurist und Chef des Leitungsbaues der A.-G. Motor-Columbus, Baden (Nachruf Bull. 1928, S. 643) .	1907	1. IX. 28
Bernhard Kuhn, Ingenieur, Zürich (Nachruf Bulletin 1928, S. 711)	1907	25. X. 28
Dr. phil. *Alb. Leumann,* Ingenieur, Basel (Nachruf Bull. 1928, S. 801) . . .	1896	21. XI. 28
Charles Inaebnit, Ingenieur, Lausanne (Nachruf Bull. 1929, S. 271)	1896	30. XI. 28
Alfr. Heussi, Betriebsleiter des Elektrizitätswerkes Schwyz (Nachruf Bulletin 1929, S. 8)	1928	5. XII. 28
Alfr. Schweizer, Betriebschef des Elektrizitätswerkes Schwanden (Nachruf Bull. 1929, S. 92)	1899	6. I. 29
Heinrich Spyri, Oberingenieur, Graz (Nachruf Bull. 1929, S. 271)	1902	30. III. 29
Eugen Diebold, Ingenieur, Direktor der Städtischen Werke Baden (Nachruf Bull. 1929, S. 401) . . .	1928	8. VI. 29
Alphonse Vionnet, chef de réseau des Entreprises électriques fribourgeoises, Châtel-St-Denis (Nachruf Bull. 1929, S. 472) . . .	1917	11. VI. 29

B. Leitende Personen von dem S. E. V. angehörenden Unternehmungen:
(Nicht Einzelmitglieder des S. E. V.)

August Bachmann, Ingenieur, Direktor der Aktiengesellschaft Bachmann & Kleiner in Oerlikon (Nachruf Bull. 1928, S. 644) . .	13. IX. 28
Emil Huber-Schwalb, a. Direktor und Verwaltungsrat der Firma R. & E. Huber, Pfäffikon (Zürich) (Nachruf Bull. 1929, S. 472) .	27. VI. 29

Der S. E. V. betrauert in diesen Heimgegangenen geschätzte Freunde. Wir werden ihnen ein freundliches Andenken bewahren.

Die Versammlung ehrt die Toten durch Erheben von den Sitzen.

Hierauf geht der Vorsitzende über zur Behandlung der Traktanden. Als *Protokollführer* amten die Herren W. Bänninger und H. Bourquin vom Generalsekretariat.

1. Wahl zweier Stimmenzähler.

Auf Vorschlag des Vorsitzenden werden die Herren *Huber-Ruf*-Zürich und *Trüb*-Zürich als Stimmenzähler gewählt.

2. Protokoll der XXXXIII. Generalversammlung vom 17. Juni 1928 in Baden.

Das Protokoll der 43. Generalversammlung vom 17. Juni 1928 in Baden (siehe Bulletin 1928, No. 15, Seite 503) wird *genehmigt.*

3. Genehmigung des Berichtes des Vorstandes über das Geschäftsjahr 1928; Abnahme der Rechnungen über das Geschäftsjahr 1928: Vereinsrechnung, Fonds des S. E. V. und Rechnung des Vereinsgebäudes; Bericht der Rechnungsrevisoren.

a) Der Bericht des Vorstandes (Seite 345) [1]) und die Rechnung des S. E. V. über das Geschäftsjahr 1928 (Seite 347), die Abrechnung über den Denzler- und den Studienkommissionsfonds (Seite 348), die Betriebsrechnung des Vereinsgebäudes pro 1928 und dessen Bilanz auf 31. Dezember 1928 (Seite 349) werden *genehmigt* unter Entlastung des Vorstandes.

b) Der Einnahmenüberschuss der Vereinsrechnung von Fr. 6344.— wird wie folgt verwendet: Fr. 5000.— Zuweisung an den Amortisationskonto des Vereinsgebäudes und Franken 1344.— Vortrag auf neue Rechnung.

c) Vom Einnahmenüberschuss der Rechnung des Vereinsgebäudes von Fr. 6341.96 werden Fr. 5000.— dem Amortisationskonto überwiesen und Fr. 1341.96 auf neue Rechnung vorgetragen.

4. Genehmigung des Berichtes der Technischen Prüfanstalten über das Geschäftsjahr 1928 und Abnahme der Rechnung der Technischen Prüfanstalten über das Geschäftsjahr 1928; Bericht der Rechnungsrevisoren; Mitteilungen betr. den Personalfürsorgefonds der Technischen Prüfanstalten.

a) Der Bericht der Technischen Prüfanstalten des S. E. V. über das Jahr 1928 (siehe Bulletin 1929, No. 7, S. 204), erstattet durch die Verwaltungskommission, sowie die Rechnung pro 1928 und die Bilanz auf 31. Dezember 1928 (siehe Bulletin 1929, No. 7, S. 214 und 215) werden *genehmigt,* unter Entlastung der Verwaltungskommission.

b) Der Einnahmenüberschuss von Fr. 2081.43 wird, mit dem Saldo vom Vorjahre, auf neue Rechnung vorgetragen.

Der Vorsitzende bringt zur Kenntnis, dass der Personal-Fürsorgefonds der Technischen Prüfanstalten im abgelaufenen Geschäftsjahre nicht beansprucht worden ist, er weist einen Vermögensbestand von Fr. 79 785.90 auf.

5. Budgets für 1930: Verein und Vereinsgebäude.

Das Budget des S. E. V. (Seite 349) und dasjenige des Vereinsgebäudes (Seite 350) für 1930 werden *genehmigt.*

6. Budget der Technischen Prüfanstalten für 1930.

Das Budget der Technischen Prüfanstalten für 1930 (Seite 350 und 351) wird *genehmigt.*

[1]) Wo keine Bulletin-Nummer angegeben ist, beziehen sich die in Klammer gesetzten Seitenangaben auf No. 11 des Bulletin 1929.

7. Festsetzung der Jahresbeiträge der Mitglieder im Jahre 1930.

Für das Jahr 1930 werden gemäss Art. 6 der Statuten die Mitgliederbeiträge wie folgt festgesetzt (wie pro 1929):

I. Einzelmitglieder . . . . . Fr. 15.—
II. Jungmitglieder . . . . . » 9.—
III. Kollektivmitglieder mit einem investierten Kapital von

		Fr.	Fr
	bis	50 000.—	30.—
von 50 000.—	»	250 000.—	45.—
» 250 000.—	»	1 000 000.—	85.—
» 1 000 000.—	»	5 000 000.—	150.—
» 5 000 000.—	»	10 000 000.—	250.—
	über	10 000 000.—	350.—

8. Kenntnisnahme von Bericht und Rechnung der gemeinsamen Geschäftsleitung und des Generalsekretariates des S. E. V. und V. S. E. über das Geschäftsjahr 1928, genehmigt von der Verwaltungskommission.

Von Bericht und Rechnung des gemeinsamen Generalsekretariates über das Geschäftsjahr 1928 (siehe Bulletin 1929, No. 9, S. 272), genehmigt von der Verwaltungskommission, wird *Kenntnis genommen.*

9. Kenntnisnahme vom Budget der gemeinsamen Geschäftsleitung und des Generalsekretariates des S. E. V. und V. S. E. für das Jahr 1930, genehmigt von der Verwaltungskommission.

Vom Budget des gemeinsamen Generalsekretariates für 1930 (Seite 352), genehmigt von der Verwaltungskommission, wird *Kenntnis genommen.*

10. Kenntnisnahme vom Bericht des Comité Electrotechnique Suisse (C. E. S.) über das Geschäftsjahr 1928.

Vom Bericht des Comité Electrotechnique Suisse (C. E. S.) über das Geschäftsjahr 1928 (siehe Bulletin 1929, No. 9, S. 279) wird *Kenntnis genommen.*

11. Kenntnisnahme von Bericht und Rechnung der Korrosionskommission über das Geschäftsjahr 1928 und vom Budget für das Jahr 1930.

Von Bericht und Rechnung der permanenten Korrosionskommission über das Geschäftsjahr 1928 und vom Budget 1930 (siehe Bull. 1929, No. 10, S. 311) wird *Kenntnis genommen.*

12. Kenntnisnahme von Bericht und Rechnung des Comité Suisse de l'Eclairage (C. S. E.) über das Geschäftsjahr 1928 und vom Budget für das Jahr 1929.

Von Bericht und Rechnung des Comité Suisse de l'Eclairage (C. S. E.) über das Geschäftsjahr 1928 und vom Budget 1929 (siehe Bulletin 1929, No. 10, S. 315) wird *Kenntnis genommen.*

Der Vorsitzende dankt den Mitgliedern sämtlicher Kommissionen, dem Personal des Generalsekretariates und der Technischen Prüfanstalten und seinen Kollegen im Vorstand des S. E. V. für die im Berichtsjahre geleistete Arbeit.

13. Statutarische Wahlen (Art. 11 der Statuten).

a) Wahl von 3 Mitgliedern des Vorstandes. Gemäss Art. 14 der Statuten kommen auf Ende

1929 folgende Vorstandsmitglieder des S. E. V. in Erneuerungswahl:

Herr Oberingenieur *A. Calame*, Baden;
Herr Dr. *K. Sulzberger*, Zürich;
Herr Direktor *A. Zaruski*, St. Gallen.

Da der Vorsitzende in Erneuerungswahl kommt, übernimmt Herr F. Schönenberger das Präsidium für die Vorstandswahlen.

Er empfiehlt ehrenvolle Wiederwahl der in Ausstand kommenden Vorstandsmitglieder und beantragt deren Wahl in globo.

Die drei Herren stellen sich neuerdings dem Verein zur Verfügung und werden in globo mit Akklamation *wiedergewählt*.

b) Wahl von zwei Rechnungsrevisoren und deren Suppleanten: Der Vorstand schlägt vor, die bisherigen *Revisoren*, die Herren Dr. *G. A. Borel*, Cortaillod, und Generalsekretär *J. E. Weber*, Baden, sowie die bisherigen *Suppleanten*, die Herren Direktor *A. Pillonel*, Lausanne, und Direktor *U. Winterhalter*, Zürich, wieder zu wählen.

Die Wiederwahl erfolgt einstimmig.

14. Ernennung eines Ehrenmitgliedes.

Der Präsident teilt mit, dass der Vorstand den Antrag stellt, Herrn Dr. *E. Huber-Stockar* zum Ehrenmitglied zu ernennen.

Herr Dr. E. Huber-Stockar ist Mitglied des S. E. V. seit 1891 und seit 1912 Präsident des Comité Electrotechnique Suisse; im Sommer 1925 wurde ihm die Würde eines Ehrendoktors der Eidg. Techn. Hochschule verliehen.

Herr Dr. E. Huber-Stockar und seine erfolgreiche Tätigkeit sind uns allen wohlbekannt, die jüngern Mitglieder des S. E. V. kennen ihn hauptsächlich als den energischen und zielbewussten Leiter und Förderer der Elektrifikation der S. B. B.

In Anerkennung und Würdigung seiner vielfachen Verdienste auf dem Gebiete der Elektrotechnik, die nicht nur bei uns, sondern auch im Auslande anerkannt sind, hat der Vorstand beschlossen, Herrn Dr. E. Huber-Stockar zum Ehrenmitglied vorzuschlagen.

Herr Dr. *E. Huber-Stockar* wird unter grossem Beifall der Versammlung *zum Ehrenmitglied des S. E. V. ernannt.*

In freundlicher Rede verdankt Herr Dr. E. Huber-Stockar diese Ehrung, die er nicht annehmen möchte, ohne der entscheidenden Vorarbeiten der Schweizerischen Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb, insbesondere der darum hochverdienten Herren Dr. Tissot, Präsident, und Prof. Dr. Wyssling, Sekretär dieser Kommission, für die Elektrifizierung der Schweizerischen Bundesbahnen, und der hervorragenden Mitarbeiter, an deren Spitze Herrn Oberingenieur Eggenberger, welche er bei der Durchführung des nunmehr in seiner ersten und hauptsächlichsten Etappe vollendeten Werkes der Elektrifizierung der S. B. B. stets gefunden hat, dankbar zu gedenken.

15. Wahl des Ortes für die nächstjährige ordentliche Generalversammlung.

Der Vorsitzende bringt ein Schreiben vom Elektrizitätswerk der Stadt Genf zur Kenntnis, worin dieses im Namen des Conseil Administratif de la Ville de Genève den S. E. V. und den V. S. E. einlädt, die Jahresversammlungen 1930 in Genf abzuhalten.

Die Einladung wird unter bester Verdankung *angenommen*.

16. Verschiedenes; Anträge von Mitgliedern.

Auf Antrag des Vorsitzenden wird dem VDE ein Begrüssungstelegramm an seine Hauptversammlung in Aachen zugeschickt.

Sodann richtet Herr Dr. *E. Tissot*, Ehrenmitglied des S. E. V., folgende Worte an die Versammlung und den Vorsitzenden:

«Messieurs,

Puisque, à notre grand regret, l'état de santé de notre président, M. Chuard, ne lui permet pas d'être des nôtres aujourd'hui je voudrais profiter de l'occasion qui se présente à nous de voir M. Zaruski occuper le siège présidentiel, pour lui exprimer notre reconnaissance pour le dévouement dont il a fait preuve pendant les 23 années durant lesquelles il a occupé des fonctions importantes dans nos associations. M. Zaruski a été président de l'U. C. S. de 1906 à 1911; il a fait constamment partie de nos comités, et depuis 1911 il est délégué de la commission administrative de l'A. S. E. à l'inspectorat des installations à fort courant. Depuis 1920 il est président de la commission pour la révision des prescriptions relatives aux installations intérieures et vous savez tous avec quels soins il s'est acquitté de ce mandat. M. Zaruski fut nommé vice-président de l'A. S. E. en 1924; je n'ai pas besoin de rappeler ici avec quelle conscience, quelle compétence et quelle intelligence il a toujours accompli la tâche et rempli les missions qui lui furent confiées. M. Zaruski aime nos associations et les institutions de contrôle comme ses propres enfants. S'il n'en est pas le père, il en est un parrain des plus consciencieux, qui soigne ses filleules comme peu de parrains le font. Dans les jours de crise, il ne les a jamais abandonnées; son dévouement n'a d'égal que sa modestie.

Vous m'avez appris hier, cher M. Zaruski, que Mme Zaruski a été empêchée par la maladie de se joindre à vous pour assister à nos réunions. Nous le regrettons vivement et, afin que Mme Zaruski ait tout de même un petit souvenir de nos assemblées de St. Moritz, apportez-lui ces quelques fleurs de nos Alpes Suisses; dites-lui, en laissant un peu de côté votre modestie bien connue, toute la reconnaissance qui est dans nos cœurs et, mieux encore, l'affection sincère et profonde que nous éprouvons tous pour vous. Présentez-lui nos respectueux hommages, avec nos vœux sincères pour son prompt et complet rétablissement.

Malgré vos nombreuses occupations et préoccupations, nous espérons et comptons que vous voudrez bien continuer pendant de nombreuses années encore à nous apporter votre concours intélligent et dévoué.»

Der Vorsitzende verdankt diese Worte und die Alpenblumen herzlich.

17. Vorträge.

Nach einer Pause hält Herr Ingenieur *F. Rutgers*, Professor an der Kgl. Techn. Hochschule

in Kairo, an Hand einer Reihe prächtiger Lichtbilder einen Vortrag über den «Gegenwärtigen Stand der Elektrifizierung in Aegypten und Aussichten für die Zukunft»; Herr Ingenieur *F. Grieb*, Baden, spricht in instruktiver Weise über die «Mittel zur Verbesserung des cos φ» und Herr Ingenieur *W. Rickenbach*, Direktor der Kraftwerke Brusio A.-G., lässt im Hinblick auf die Exkursion vom 8. Juli 1929 einen ausgezeichneten Film über die Anlagen seiner Gesellschaft im Puschlav rollen.

Der Vorsitzende verdankt den Herren Referenten ihre Vorträge aufs beste und schliesst die Generalversammlung um 12 Uhr 45.

Der Vizepräsident:	Die Protokollführer:
(gez.) *A. Zaruski.*	(gez.) *W. Bänninger.*
	(gez.) *H. Bourquin.*

Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (V. S. E.).

Protokoll

der 47. (ordentlichen) Generalversammlung in St. Moritz, Gemeindesaal, Samstag, den 6. Juli 1929, 15 Uhr.

Der Vorsitzende, Herr Direktor *F. Ringwald*, eröffnet die Generalversammlung um 15.15 Uhr und heisst die Anwesenden herzlich willkommen. Er gedenkt der im Laufe des Jahres verstorbenen leitenden Personen von dem Verbande angehörenden Elektrizitätsunternehmungen.

Am 25. August 1928 starb *Jean Graizier*, ehemaliger Direktor des Elektrizitätswerkes der Stadt Genf, am 1. September 1928 *Carl Camenzind*, Prokurist der Motor-Columbus A.-G. Baden, am 5. Dezember 1928 *Alfred Heussi*, Betriebsleiter des Elektrizitätswerkes Schwyz, und am 8. Juni 1929 *Eugen Diebold*, Direktor der Städtischen Werke Baden. Vor Jahresfrist hatte Herr Diebold die Jahresversammlungen in Baden organisiert.

Die Versammlung ehrt die Verstorbenen durch Erheben von den Sitzen.

Der Vorsitzende teilt sodann mit, dass Herr Eᵉˡ Dubochet, der verehrte frühere Präsident des V. S. E., krank darniederliegt und deshalb nicht unter uns sein kann. Die herzlichen Wünsche der Versammlung für baldige Genesung werden Herrn Dubochet durch ein Telegramm übermittelt. Ferner liessen sich entschuldigen die Herren Andreoni-Lugano, Filliol-Genf, de Montmollin-Lausanne und Waeber-Fribourg.

Herr W. G. Noack, Oberingenieur der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden, sah sich in letzter Stunde an der Teilnahme verhindert; sein Vortrag über «Hydraulische Anlagen und thermische Anlagen in der Schweiz» muss deshalb ausfallen.

Hierauf geht der Vorsitzende zur Behandlung der Traktanden über. Als *Protokollführer* amten die Herren W. Bänninger und H. Bourquin vom Generalsekretariat.

1. Wahl zweier Stimmenzähler.

Auf Vorschlag des Vorsitzenden werden als Stimmenzähler gewählt die Herren *Tischhauser*-Brugg und *Müller*-Fribourg.

2. Protokoll der 46. (ordentlichen) Generalversammlung vom 16. Juni 1928 in Baden.

Das Protokoll (siehe Bulletin 1928, No. 15, Seite 505) wird *genehmigt*.

3. Genehmigung des Berichtes des Vorstandes über das Geschäftsjahr 1928.

Der Bericht (Seite 354) [1]) wird *genehmigt*.

4. Abnahme der Verbandsrechnung über das Jahr 1928.

a) Die Rechnung des Verbandes über das Geschäftsjahr 1928 und die Bilanz auf 31. Dezember 1928 (Seite 356) werden *genehmigt* unter Entlastung des Vorstandes.

b) Der Passivsaldo von Fr. 682.78 wird auf neue Rechnung vorgetragen.

5. Genehmigung des Berichtes der Einkaufsabteilung über das Geschäftsjahr 1928.

Der Bericht der Einkaufsabteilung über das Geschäftsjahr 1928 (Seite 358) wird *genehmigt*.

6. Abnahme der Rechnung der Einkaufsabteilung über das Geschäftsjahr 1928.

a) Die Rechnung der Einkaufsabteilung über das Geschäftsjahr 1928 und die Bilanz auf 31. Dezember 1928 (Seite 358) werden *genehmigt*, unter Entlastung des Vorstandes.

b) Der Einnahmenüberschuss von Franken 33 496.47 wird wie folgt verwendet:

	Fr.
1. Zuweisung an den Betriebs-Ausgleichungsfonds der E. A. . . .	10 000.—
2. Ueberweisung an das Kapitalkonto des V. S. E.	20 000.—
3. Vortrag auf neue Rechnung . .	3 496.47
	33 496.47

7. Budget des V. S. E. pro 1930.

Das Budget des Verbandes für 1930 (Seite 357) wird *genehmigt*.

8. Budget der Einkaufsabteilung pro 1930.

Der Vorsitzende teilt mit, dass kurz vor der Generalversammlung die schweizerischen Glühlampenfirmen das Vertragsverhältnis mit dem V. S. E. gekündigt haben; dieser neuen Lage ist in dem zu genehmigenden Budget der Einkaufsabteilung nicht Rechnung getragen.

Der Vorstand wird sich bemühen, eine uns befriedigende Neuregelung des Verhältnisses zu den Glühlampenfirmen zustande zu bringen. Den Werken ist dringend zu empfehlen, vorläufig nichts zu unternehmen, was den Verkauf von Glühlampen betrifft, sondern zunächst das Resultat der schwebenden Verhandlungen abzuwarten. Insbesondere soll der neuesten Senkung der Engrospreise einiger Glühlampensorten keine Folge im Detailverkauf gegeben werden.

Das Budget der Einkaufsabteilung für 1930 (Seite 359) wird *genehmigt*.

[1]) Wo keine Bulletin-Nummer angegeben ist, beziehen sich die in Klammer gesetzten Seitenangaben auf No. 11 des Bulletin 1929.

9. Festsetzung der Jahresbeiträge der Mitglieder im Jahre 1930, Art. 6 der Statuten.

Für das Jahr 1930 werden die Mitgliedschaftsbeiträge wie folgt festgesetzt (wie pro 1929):

Bei einem investierten Kapital:

	Fr.		Fr.	Fr.
		bis	50 000.—	30.—
von	50 000.—	»	250 000.—	60.—
»	250 000.—	»	1 000 000.—	150.—
»	1 000 000.—	»	5 000 000.—	340.—
»	5 000 000.—	»	10 000 000.—	600.—
		über	10 000 000.—	900.—

10. Kenntnisnahme von Bericht und Rechnung der gemeinsamen Geschäftsleitung und des Generalsekretariates des S. E. V. und V. S. E. über das Geschäftsjahr 1928.

Von Bericht und Rechnung des gemeinsamen Generalsekretariates über das Geschäftsjahr 1928 (siehe Bulletin 1929, No. 9, Seite 272), genehmigt von der Verwaltungskommission, wird *Kenntnis genommen.*

11. Kenntnisnahme vom Budget der gemeinsamen Geschäftsleitung und des Generalsekretariates des S. E. V. und V. S. E. für das Jahr 1930.

Vom Budget des gemeinsamen Generalsekretariates für 1930 (Seite 352), genehmigt von der Verwaltungskommission, wird *Kenntnis genommen.*

12. Kenntnisnahme von Bericht und Rechnung des Comité Suisse de l'Eclairage (C. S. E.) über das Geschäftsjahr 1928 und vom Budget für das Jahr 1929.

Von Bericht und Rechnung des Comité Suisse de l'Eclairage (C. S. E.) über das Geschäftsjahr 1928 und vom Budget für 1929 (siehe Bulletin 1929, No. 10, Seite 315) wird *Kenntnis genommen.*

13. Statutarische Wahlen.

a) von 3 Mitgliedern des Vorstandes,
b) von 2 Rechnungsrevisoren und deren Suppleanten.

a) Der Vorsitzende teilt mit, dass schon hin und wieder in Mitgliederkreisen der Wunsch geäussert worden ist, es möchte im Vorstand und in Kommissionen des V. S. E. ein etwas häufigerer Personenwechsel als bisher stattfinden. Vor wenigen Tagen ist ein diesbezügliches Schreiben eingegangen. Der Vorstand misst der Frage, wie diesen Wünschen in zweckmässiger Weise Rechnung getragen werden kann, grosse Bedeutung bei und wird ihr dementsprechend seine ganze Aufmerksamkeit zuwenden.

Die nächste Generalversammlung wird zwei neue Vorstandsmitglieder zu wählen haben, da heute schon zwei unwiderrufliche Demissionen vorliegen. Die Vorbereitung dieser Wahlen, sowie die Diskussion über Mittel und Wege, wie die angeschnittene Frage einer grundsätzlichen Lösung entgegengeführt werden kann, erfordert die Mitwirkung von Herren, welche mit den Verbandsgeschäften vertraut sind. Die Herren

J. Bertschinger-Zürich,
A. de Montmollin-Lausanne, und
H. Niesz-Baden,

welche heute nach Art. 15 der Statuten als Vorstandsmitglieder des V. S. E. zur Erneuerungswahl kommen, stellen sich neuerdings auf dringenden Wunsch des Gesamtvorstandes in sehr verdankenswerter Weise zur Verfügung. Sie werden einstimmig in globo *wiedergewählt.*

Herr Direktor *J. Bertschinger* verdankt das den drei Herren entgegengebrachte Vertrauen. Hr. Niesz und der Sprechende erklären jedoch, das Amt nur zu übernehmen bis zu dem Zeitpunkt, in dem eine Generalversammlung eine grundsätzliche Neuregelung des Personenwechsels in Vorstand und Kommissionen aufgestellt haben wird.

b) Der Vorstand schlägt vor, die bisherigen Revisoren, die Herren *P. Corboz,* Sitten, und *E. Graner,* St. Immer, sowie die bisherigen Suppleanten, die Herren *G. Lorenz,* Thusis, und *R. Schmidt,* Lausanne, wieder zu wählen.

Die Herren werden einstimmig *wiedergewählt.*

14. Wahl des Ortes für die nächstjährige ordentliche Generalversammlung.

Der Vorsitzende bringt ein Schreiben vom Elektrizitätswerk der Stadt Genf zur Kenntnis, worin dieses im Namen des Conseil Administratif de la ville de Genève den S. E. V. und den V. S. E. einlädt, die Jahresversammlungen 1930 in Genf abzuhalten.

Die Einladung wird unter bester Verdankung *angenommen.*

15. Verschiedenes; Anträge von Mitgliedern.

Der Vorsitzende macht einige Mitteilungen über die für Montag, den 8. Juli 1929 vorgesehene Exkursion mit der Berninabahn.

Anträge von Mitgliedern liegen keine vor.

Es folgt:

17. Vortrag mit Lichtbildern des Herrn Dr. Ing. E. Jacob, Stuttgart, über: «Simultanbetrieb von Dreiphasen- und Einphasen-Anlagen durch Stromüberlagerung auf gemeinsamen Linien»[2]**.**

Der Vorsitzende verdankt das Referat bestens und weist auf die ausserordentliche Bedeutung hin, welche die Möglichkeit des Doppelfrequenzbetriebes speziell für die Schweiz hat.

Die Diskussion wird nicht benützt.

Nach kurzer Pause geht der Vorsitzende zur

Diplomierung der Jubilare

über; er leitet sie mit folgender Ansprache ein:

«*Liebe Jubilare!* An der letztjährigen Generalversammlung hatten wir das Vergnügen, 61 Jubilare zu begrüssen. Diese Zahl hat sich heute verdoppelt, und es sind uns von 41 Unternehmungen 124 Jubilare angemeldet, und damit steigt die Zahl der Direktoren, Beamten, Angestellten und Arbeiter, welche das 25jährige Dienstjubiläum in unserer Mitte feiern konnten, auf insgesamt 740.

Stolz und ergriffen zugleich stehen wir vor solchen Tatsachen. Denken wir 25 Jahre zurück. Wie anders sahen im Jahre 1904 die Verhältnisse um uns aus. Die meisten von Ihnen stan-

[2]) Herr Dr. ing. E. Jacob hat uns in freundlicher Weise das Manuskript des Vortrages zur Verfügung gestellt, so dass wir in der Lage sein werden, diesen im Bulletin zu publizieren.

den wohl damals am Abschluss der Jugendjahre, sie hatten die ersten Stellen hinter sich, das Tasten nach dem Bleiben begann, und der Blick nach der Gründung einer Familie. Die Elektrizitätswirtschaft war über die Anfänge heraus, die Entwicklung ruhig, oft stagnierend, aber jedenfalls zeigte sich schon damals wirtschaftliche Ertüchtigung und Festigung der Elektrizitätsversorgung. So lag wohl vor Eueren Augen eine hoffnungsreiche Zukunft, und die steigende Verflechtung der Wirtschaft über die Grenzen aller Länder hinaus liess immer mehr das Gefühl der Sicherheit und der Unmöglichkeit von ernsten Störungen, ja sogar von Kriegen, erscheinen. Da kam, 10 Jahre später, als die Elektrizitätswirtschaft schon einen gewaltigen Aufschwung genommen hatte, der Riss zwischen die Völker und, was seither alles geschehen ist, hat Umwälzungen der mannigfaltigsten Art gebracht. Mancher von Euch mochte in jenen Zeiten trübe Stunden gehabt haben, obschon unsere Unternehmungen und deren Personal im grossen ganzen unversehrt durch die Fährnisse jener Zeit hindurch gekommen sind.

Wir wissen heute mehr denn je, wie wertvoll in Zeiten der Unruhe das gegenseitige Verständnis und die Treue für unsere Aufgaben sind, und wir wissen auch, dass diejenigen, welche die letzten 25 Jahre stets im treuen Dienste gestanden sind, Prüfungen durchgemacht haben, die sie doppelt dazu berechtigen, heute ihren Ehrentag zu feiern. Möge auch in Zukunft unser Personal an diesen Richtlinien festhalten. Noch wissen wir nicht, was die neuen Flammenzeichen des Kommunismus am politischen Himmel bringen werden, doch eines wissen wir, dass, welche Umwälzungen der Menschheit auch vorstehen, niemals eine Gesellschaftsordnung Bestand haben kann, die nicht auf Wahrheit und Klarheit im Denken und Handeln und auf voller, treuer Hingabe an die Pflicht beruht. Möge der heutige Ehrentag jedem Einzelnen einen Markstein bieten, an dem er prüft, wie er die letzten 25 Jahre der Menschheit und seinem Unternehmen gedient hat, und an dem er, gestärkt im Glauben an eine bessere Zukunft der Menschheit hervorgehen möge, die nur erreicht wird, wenn jeder an seinem Platze, vom Direktor bis zum untersten Arbeiter, das beste gibt.

Nun haltet diese Anerkennungsurkunde in Ehren. Seid Stützen unserer Unternehmungen und kehret nach den frohen Tagen, die Ihr hier verleben sollt, gestärkt und erfrischt zu Eueren Familien zurück.»

Liste der Jubilare.

Aargauisches Elektrizitätswerk, Aarau.
Palmert Emil, Chefmaschinist.
Elektrizitätswerk der Stadt Aarau.
Wehrli Jakob, Zählerkontrolleur.
Graf Jakob, Hilfsmaschinist.
Elektrizitätswerk Arosa.
Wettstein Jakob, Chefmonteur.
Elektrizitätswerk Baar.
Lehni Jakob, Chefmonteur.
Nordostschweizerische Kraftwerke A.-G., Baden.
Erne August, Maschinist.
Knecht Alfred, Maschinist.
Plüss Emil, Zimmermann.
Schreiber Jos., Betriebsleiter d. E. W. Löntsch.
Städtische Werke Baden.
Meier Stephan, Buchhalter.
Dätwyler Gottlieb, Gruppenchef.
Cescato Antonio, Maschinist.
Elektrizitätswerk Basel.
Huber Ad., Aufsehergehilfe.
Lützelschwab Rud., Techn. Assistent.
Schneider Wilh., Heizer.
Stucki Hch., Schaltbrettwärter.
Unholz Hans, Aufsehergehilfe.
A.-G. Elektrizitätswerk Bergün.
Serena Johann, Chefmaschinist.
Bernische Kraftwerke A.-G. Bern.
Gyulai Hugo, Strommietebeamter.
Heinzelmann Treumund, Vorsteher der Installationsabteilung.
Hofer Emil, Kontrolleur.
Hugentobler Albert, Maschinist.
Lienhard Hans, Techniker.
Meyer Felix, Chefmagaziner.
Nyffeler Fritz, Wehrwärter.
Ryf Ernst, Maschinist.
Winz Rudolf, Maschinist.
Wittwer Fritz, Maschinist.
Elektrizitätswerk der Stadt Bern.
Friedli Walter, Obermonteur.
Rutishauser Johann, Maschinist.
Elektrizitätswerk Brugg.
Koller Johann, Chefmonteur.
Services Industriels de la Ville de La Chaux-de-Fonds.
Bader Emile, surveillant de réseau.
Lichtwerke u. Wasserversorgung der Stadt Chur.
Kuoni Otto, Stadtingenieur.
Entreprises Electriques Fribourgeoises, Fribourg.
Débieux Jules, monteur.
Knapp James, chef d'atelier.
Layaz Léon, comptable.
Niedegger J. B., chef de bureau.
Pasquier Louis, monteur.
Roulin Nestor, chef d'équipe.
Wuillemin Albert, chef d'équipe.
Service de l'Electricité de la Ville de Genève.
Dick Elie, commis principal.
Pictet Charles, chef du magasin.
Reber Charles, chef d'équipe.
Rohrbach Felix, sous-chef de bureau.
Thevenaz Arthur, monteur.
Truffet Bernard, mécanicien.
Licht- und Wasserwerke Interlaken.
Michel Albert, Monteur.
Schweizer Eduard, Materialverwalter.
A.-G. Bündner Kraftwerke Klosters.
Bianchi Domenico, Maschinist.
Compagnie vaudoise des forces motrices des Lacs de Joux et de l'Orbe, Lausanne:
Baudat Emile, sous-chef.
Bonjour Louis, manœuvre.
Genet Victor, agent-local.
Margot Alfred, chef de la comptabilité.
Nicole Gabriel, directeur.
Pahud William, chef de dépôt.
Zwahlen Charles, agent-local.
Service de l'Electricité de la Ville de Lausanne.
Ramelet Charles, chef surveillant des lignes.
Coeytaux Jules, contremaître.

Elektra Baselland, Liestal.
Buess Theophil, Direktor.
Centralschweizerische Kraftwerke, Luzern.
Fries Jakob, Freileitungsmonteur.
Müller Alfred, Maschinist.
Zimmermann Andreas, Buchhalter des *Elektrizitätswerkes Altdorf.*
Rossi Karl, Kontrolleur beim *Elektrizitätswerk Schwyz.*
Elektrizitätswerk der Stadt Luzern.
Fontana Viktor, Monteur.
Hofer Gottlieb, techn. Gehilfe.
Kerli Jakob, Maschinist.
Limacher Franz, Verwaltungsbeamter.
Peter Albert, Kleinmechaniker.
Peter Josef, Anschlusskontrolleur.
Schwarz Friedrich, Buchhalter.
Siegrist Ernst, Betriebsadjunkt.
Waller Otto, Verwaltungsbeamter.
Salber Hans, techn. Gehilfe.
Elektra Birseck, Münchenstein.
Bobbia Angelo, Bauvorarbeiter.
Gschwind Fritz, Kreismonteur.
Elektrizitätsversorgung der Gemeinde Netstal.
Leuzinger Emil, Verwalter.
Service de l'Electricité de la Ville de Neuchâtel.
Puthod Jules, contremaître.
Scholl Albert, contremaître.
Elektrizitätswerk Olten-Aarburg.
Wyss Viktor, Schaltwärter.
Kraftwerke Brusio A.-G., Poschiavo.
Galezia Domenico, elettricista.
Trombini Pietro, capo-contabile.
Elektrizitätswerk der Gemeinde Rüti.
Bachofen Jakob, Buchhalter.
Elektrizitätswerk der Stadt Schaffhausen.
Schärrer Joh. Heinrich, Sekretär.
Elektrizitätswerk Schuls.
Denoth Jachen, Magaziner.
Gesellschaft des Aare- und Emmenkanals, Solothurn.
Hagmann Alfred, Chefmagaziner.
Hänggi Louis, Beamter des Materialbureaus.
Strassenbahn St. Gallen-Speicher-Trogen, Speicher.
Büchler Jacob, Maschinist.
Elektrizitätswerk der Stadt St. Gallen.
Fink Joh., kaufm. Bureauchef.
St. Gallisch-Appenzellische Kraftwerke, St. Gallen.
Gantenbein Oswald, Kassier.
Schawalder Jakob, Maschinenmeister.
Weiss Ferdinand, Chefmonteur.
Schneider August, Zählerreparateur.
Hölzli Wilhelm, Einzieher.
Société Romande d'Electricité, Territet.
Carrard Ernest, allumeur.
Dupraz Henri, appareilleur-électricien.
Falquier Jules, chef-magasinier.
Perret Auguste, régleur.
Rodieux Louis, monteur.
Talon Gustave, appareilleur-électricien.
Rhätische Werke für Elektrizität, Thusis.
Conrad Hans, Betriebsleiter.
Dönz Philipp, Maschinist.
Elektrizitätswerk Wattwil.
Eichmann J. A., Einzieher.
Elektrizitätswerk der Stadt Winterthur.
Ehart Alois, Maurer.
Frick Gottfried, Monteur.
Keller Jakob, Kabelmonteur.
Maurer Josef, Monteur.
Saurer Richard, techn. Angestellter.
Steinmann Hrch., Chefmonteur.
Weilenmann J., Chefmaschinist.
Welte Otto, Magaziner.
Elektrizitätswerk der Stadt Zürich.
Bartholet Karl, Chefmonteur.
Calame Arnold, Maschinenmeister.
Gloor Rudolf, Chefmonteur.
Gossweiler Emil, Assistent.
Strotz Edelbert, Hilfsmonteur.
Weber Fritz, Handwerker-Vorarbeiter.
Società Elettrica Locarnese, Locarno.
Magistra Filippo, macchinista.
Sarinelli Giuseppe, elettrotecnico.
Bierbrauerei Schützengarten A.-G., St. Gallen.
Baumgartner Paul, Maschinist.

Sechs Ehrendamen überreichten den Jubilaren Diplom, Plakette und einen Blumenstrauss. Von den 124 Jubilaren waren 20 nicht anwesend. Diesen wird das Diplom durch ihre Direktion übergeben werden.

Schluss der Versammlung um 18 Uhr 15.

Der Präsident:	Die Protokollführer:
(gez.) *F. Ringwald.*	(gez.) *W. Bänninger.*
	(gez.) *H. Bourquin.*

Im Verlag des S. E. V. neu erschienene Drucksachen.

Von dem in den Nummern 15 und 16 des Bulletin 1929 veröffentlichten *Aufsatz «Die Uebertragung grosser Leistungen»* von Hrn. Max Leo Keller, Ing., Aarau, sind Separatabzüge (60 Seiten) broschiert zum Preise von Fr. 2.— für Mitglieder und Fr. 2.50 für Nichtmitglieder erhältlich.

Ferner werden von dem im vorliegenden Heft abgedruckten Aufsatz *«Die Neuanlagen Palü-Cavaglia der Kraftwerke Brusio A.-G.»* von Hrn. Dir. W. Rickenbach, Poschiavo, Sonderabdrucke hergestellt. Preis Fr. 1.— (Mitglieder) und Fr. 1.50 (Nichtmitglieder). Beide Drucksachen sind beim Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E., Seefeldstr. 301, Zürich 8, erhältlich.

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke | REDAKTION Zürich 8, Seefeldstr. 301 | Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité

Verlag und Administration | Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G. Zürich 4, Stauffacherquai 36/38 | Editeur et Administration

XX. Jahrgang
XXe Année

Bulletin No. 18

September II
Septembre II 1929

L'état actuel de l'Electrification en Egypte et ses perspectives d'avenir.

Conférence faite à l'assemblée générale de l'Association Suisse des Electriciens, à St-Moritz, le 7 juillet 1929, par Mr. *F. J. Rutgers,* ingénieur, professeur à l'Ecole Polytechnique Royale de Gizeh, près du Caire (Egypte).

Le conférencier donne d'abord un aperçu des traits caractéristiques de l'Egypte, pays très différent du nôtre et où l'électrification se présente aussi sous un aspect tout spécial. C'est ce que met en lumière une deuxième partie du présent exposé, où les installations électriques existantes sont passées rapidement en revue. Dans une troisième partie, l'auteur examine de plus près les possibilités de développement dictées par les conditions locales et décrit dans ses grandes lignes l'électrification future de l'Egypte, en s'arrêtant en particulier à la grande usine thermique projetée dans le Delta du Nil et à la puissante centrale hydro-électrique au barrage d'Assouan, mentionnant en passant le projet grandiose de Quattara, qui prévoit la création d'un lac artificiel avec centrale hydraulique de 200 000 kW, situé au-dessous du niveau de la mer et alimenté par l'eau de la Méditerranée à raison de 500 m³/s sous une chute de 42 m.

Der Referent gibt zunächst eine kurze Beschreibung Aegyptens, dieses fesselnden, eigenartigen Landes, wo die Elektrifizierung ganz andere Probleme als bei uns in der Schweiz stellt. Er beschreibt in einem zweiten Teil die heute bestehenden elektrischen Anlagen, insbesondere das hydraulische Kraftwerk von Fayoum, und untersucht ferner die Möglichkeiten des künftigen Energieabsatzes für Licht- und Kraftzwecke, sowie für die Bewässerungsanlagen und die Herstellung des Kunstdüngers. Er wirft im dritten Teil einen Blick in die Zukunft und bespricht vor allem einzelne projektierte Grossanlagen: im Delta (thermisches Kraftwerk), bei der Nilstauung in Assouan (hydraulische Anlage) und eine riesige Wasserkraftanlage von 200 000 kW in der Wüstendepression von Quattara, die durch das Wasser des 60 km entfernten Mittelmeeres, mit einer Wassermenge von 500 m³/s unter 42 m Gefälle gespiesen werden soll.

Pour qui vient de Suisse, cette forteresse de l'électrotechnique, où plus de 98 % de toutes les communes, y compris les plus petits villages, sont pourvues de lumière et de force électrique et où, dans le canton de Zurich par exemple, plus de 95 % de toutes les maisons, jusqu'aux fermes les plus modestes, sont branchées sur les réseaux électriques, l'Egypte présente des conditions fort différentes. Alors qu'en Suisse une grande industrie, extrêmement développée, occupe à la fabrication de machines électriques des milliers et des milliers d'ouvriers spécialisés, l'Egypte a un caractère presque exclusivement agricole.

C'est pourquoi, avant de parler de l'électrification proprement dite de l'Egypte, je vais essayer de vous donner brièvement une image des traits caractéristiques de ce pays si remarquable, pour autant que j'ai appris à le connaître pendant mon activité là-bas et au cours de nombreux voyages dans toutes les régions du pays.

I^re partie. Les traits caractéristiques du pays.

Au point de vue géographique déjà, l'Egypte n'est pas banale; sur un territoire de 1 million de kilomètres carrés, 32 000 km² seulement, c. à. d. 3 %, sont habitables. Ce pays est donc 25 fois plus vaste que la Suisse, mais la partie habitable n'embrasse que les $^3/_4$ de la superficie de la Suisse. En revanche, dans la partie habitée, la population est plus dense que dans n'importe quel pays parmi les plus industriels d'Europe; c'est ainsi qu'on y compte 450 habitants par km², tandis que l'Allemagne en a 130. En Egypte on ne rencontre pour ainsi dire aucune industrie; cette population si extraordinairement dense est presque uniquement agricole. Dans le reste du pays, où l'irrigation fait défaut, on ne compte qu'un habitant sur 141 km². C'est comme si le canton de Zurich, au lieu de 540 000 habitants, n'en avait en tout que 120.



Fig. 1.
Vue du Nil à Assouan.

Deux grandes villes, Alexandrie et Le Caire, cette dernière avec plus d'un million d'habitants, 43 villes de moindre importance mais de plus de 10 000 habitants chacune, environ 3600 villages, constituent les centres d'habitation et d'affaires du pays. Il ne pleut que rarement et en quantité négligeable. Au Caire on observe 4 à 6 jours de pluie par année avec une précipitation totale de 32 mm (1200 mm dans la région de Zurich). Le seul dispensateur d'eau, duquel dépend la vie et la prospérité du pays tout entier, c'est le Nil.

L'Egypte habitable comprend deux parties: le Delta, région triangulaire dont la base s'étend entre Alexandrie et Port-Saïd, le long de la mer, la pointe sud étant située au Caire; puis la Vallée du Nil proprement dite, un ruban très étroit, de 6 km de largeur par places, 25 km en certains endroits et seulement de quelques centaines de mètres à d'autres, mais d'une longueur approximative de 800 km. Qu'on

se représente une étroite bande verte allant de Zurich à Londres, bordée de chaque côté par un désert sans eau, constamment en lutte contre le sable et la sécheresse.

Le Nil lui-même a 6500 km de longueur; après le Mississippi qui en a 6600, c'est le plus long fleuve de la terre. Il est 5fois plus long que le Rhin du Gotthard à la Mer du Nord. Sa largeur varie de 500 à 900 mètres, son débit entre 700 et 8000 m^3 par seconde. Le niveau du fleuve est maximum en septembre, où il atteint 7 m de plus qu'à la période d'étiage, en avril, mai et juin.

De puissants barrages, au Caire, à Assiout, Naga-Hamadi (en construction), Keneh et Assouan servent à régulariser le débit; d'autres encore existent en amont, dans le Soudan, p. ex. à Macwardam. Le but principal de ces ouvrages est de retenir aussi longtemps que possible en réserve l'eau des crues pour les mois de sécheresse. L'eau est mise à profit pour l'irrigation du pays au moyen d'un système gigantesque de canaux artificiels, dont quelques-uns ont 500 km de longueur et même davantage.

Il est difficile de se faire une idée de l'art que l'ingénieur doit mettre en oeuvre pour élaborer un plan d'irrigation étendu à toute l'année, sur un territoire immense, et pour réaliser régulièrement cette distribution d'eau à l'aide de moyens techniques appropriés. Pour cela, un nombre extraordinaire de canaux de toute grandeur



Fig. 2.
Ecole Polytechnique Royale de Gizeh, près du Caire.

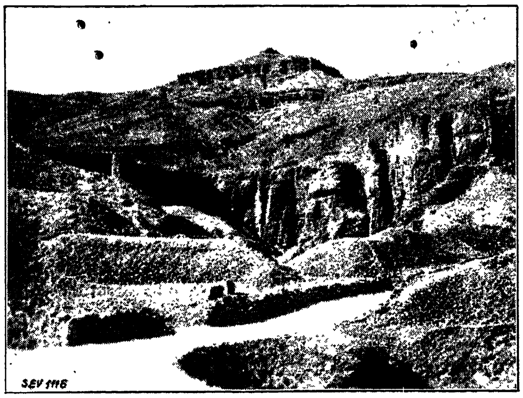


Fig. 3.
La Vallée des Rois, Louqsor.

sont indispensables, munis des vannes et dispositifs nécessaires à la mesure du débit. Chaque parcelle de terrain cultivable le long de ce cours d'eau ramifié, long de 1000 km rien que sur le territoire égyptien, reçoit en chaque instant la quantité d'eau strictement nécessaire aux plantations. Toute interruption, même passagère, de l'afflux liquide a pour conséquence la destruction des cultures, brûlées en peu de temps par l'ardeur du soleil africain. La température de l'air atteint momentanément 43 à 45° centigrades à l'ombre. Mais il faut dire que cette chaleur torride est plus facilement supportable qu'une température de 35 à 36° dans notre climat humide, grâce à la grande sécheresse de l'air.

De tous temps l'art des constructions hydrauliques, l'arpentage, la mesure du temps, l'astronomie et d'autres sciences — sans parler de l'art architectural grandiose des anciens Egyptiens — furent extrêmement développés dans ce pays. L'Egypte actuelle présente aussi des ouvrages de génie civil remarquables. C'est ainsi que le barrage d'Assouan, avec une hauteur de retenue de 24 mètres, a plusieurs kilomètres de longueur; à l'heure qu'il est, on est en train de le surélever de 9 mètres. Le barrage primitif a coûté 45 millions de francs suisses en 1898; son agrandissement reviendra à 600 millions de francs suisses environ. Les intérêts et l'amortissement sont couverts par les redevances que les propriétaires fonciers paient pour l'irrigation de leurs terres.

Chose curieuse, les procédés de culture sont loin de s'être développés dans la même mesure que les travaux des ingénieurs. Quand on regarde les ouvriers agricoles vaquer assidûment à leur besogne, travaillant ou irriguant la terre au moyen d'instruments primitifs, avec le secours de buffles, d'ânes et de chameaux, en s'aidant de dispositifs antédiluviens pour puiser l'eau, soit à la main, soit par la traction animale, on a l'impression d'être reporté aux temps les plus reculés. En voyant comment ces gens élèvent l'eau, souvent à plusieurs étages de hauteur, durant d'interminables journées de travail manuel, au moyen de leviers avec seaux et contrepoids, on comprend qu'ici en particulier un vaste champ d'application s'ouvre à l'électricité.



Fig. 4.
Le marché à Benha.

L'industrie est presque inexistante; elle se confine aux moulins à céréales, aux carrières, aux fabriques de ciment, à la production du sucre de canne, au tissage, aux arts appliqués. On exporte principalement le coton brut et les graines de coton; on importe entre autres du froment et de la farine de maïs, du charbon, du sucre, du pétrole, des bois de construction, du ciment, des engrais artificiels et des cotonnades. Dans le Delta de nombreux chemins de fer entretiennent le trafic et se prolongent par une ligne allant du Caire à Assouan. La longueur totale du réseau ferroviaire est d'environ 2600 km.

Avant de passer à la description des installations électriques, je vais faire défiler devant vos yeux une série de diapositifs, qui vous aideront à évoquer une image approchée de ce pays original[1]). Comme il s'agit de simples photos d'amateur, on voudra bien m'excuser si quelques-unes d'entre elles manquent un peu de netteté. Je tiens à ajouter encore, d'une façon générale, que l'Egypte est riche en paysages de toute beauté. La Vallée du Nil comme le désert offrent au



Fig. 5.
Dépression de Fayoum.



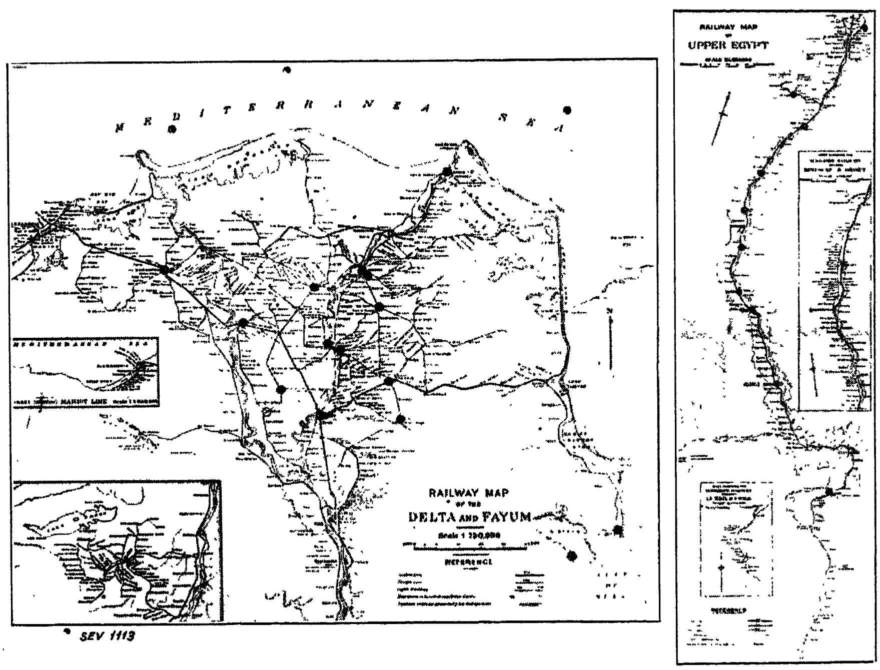
Fig. 6.
Palmeraie à Fayoum.

[1]) Nous avons été contraints, pour illustrer ce compte-rendu, de faire un choix forcément très limité dans l'intéressante série de clichés présentés par le conférencier sous forme de projections lumineuses.

regard des spectacles incomparables. Lors d'une traversée du désert de la Vallée du Nil à la Mer Rouge, dans notre petite auto spéciale, nous avons vu défiler des images merveilleuses. Là, le désert est montagneux, avec des éminences de plus de 1000 mètres. La région est vierge de tout chemin, l'auto se fraie une voie en tanguant comme une barque par gros temps, sur un terrain fort raboteux, à travers des gorges rocheuses, étroites et profondes, semblables à des cañons, ou sur des surfaces de sable, molles et perfides. Pendant des journées entières on n'aperçoit dans le désert aucun être vivant. Les nuits par le clair de lune, au bord du Nil, dans le désert ou dans les forêts de palmiers, sont d'une beauté indicible. Le climat est délicieux en hiver. La juxtaposition d'une ancienne culture orientale et de la vie européenne moderne donne lieu à des contrastes impressionnants, et la vie aux couleurs éclatantes qui palpite dans les villes a beaucoup de charme (fig. 1 à 6).

2^e^ partie. Installations électriques existantes.

Après avoir essayé, dans la première partie, de décrire brièvement les traits caractéristiques du pays et de les illustrer par un certain nombre de projections lumineuses, j'aimerais donner quelques précisions sur l'état actuel de l'électrification en Egypte.



a) *b)*

Fig. 7.

Distribution des usines électriques sur le territoire égyptien:
a) Delta et dépression de Fayoum. *b)* Haute-Egypte. (Vallée du Nil.)

Jusqu'à présent l'électrification a été étudiée et dirigée de quatre centres différents. Tout d'abord une partie des usines électriques sont dues à l'initiative privée. Nommons ici en première ligne la maison Lebon & Cie de Paris, qui a construit des centrales au Caire, à Alexandrie, à Port-Saïd et à Tanta, pour l'alimentation de ces villes, et qui les exploite elle-même encore à l'heure qu'il est, sauf celle de Tanta. D'autres centrales privées ont été édifiées par la Compagnie du Canal de Suez à Port-Saïd, par la Cie des Tramways d'Alexandrie et du Caire, la Société

du chemin de fer d'Héliopolis et la Société de la colonie de villas à Meadi. La grande sucrerie de Comombo possède aussi sa propre usine électrique. Les données caractéristiques de toutes ces installations sont rassemblées dans le tableau récapitulatif de la page 604. Une grande partie de ces usines sont équipées avec des turbines à vapeur, dont un bon nombre d'origine suisse. Quelques-unes possèdent des moteurs Diesel.

En second lieu, un grand nombre de petites usines électriques, toutes munies de moteurs Diesel, ont été et continuent encore à être construites par le Ministère des Entreprises Municipales, auparavant une sous-division du Ministère de l'Intérieur, mais qui a fusionné dernièrement avec le Ministère des Travaux publics. Cette électrification avance rapidement; l'année dernière 5 villes furent électrifiées. L'énergie

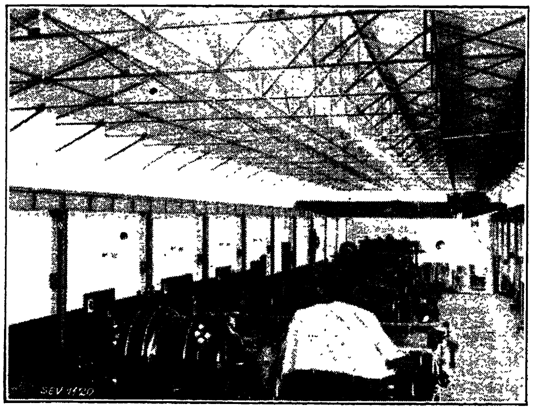


Fig. 8.
Centrale thermo-électrique de la Cie. Lebon, au Caire.

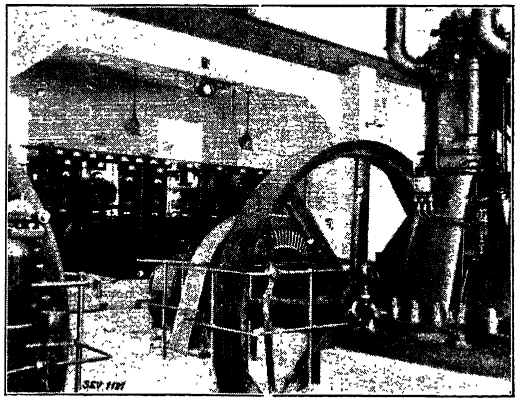


Fig. 9.
Centrale avec groupe Diesel à Meadi, près du Caire.

électrique fournit la lumière, un peu de force motrice et sert à l'exploitation des distributions d'eau potable. Les installations anciennes étaient toutes prévues pour courant continu de 470 volts aux bornes des génératrices et 2 fois 220 V avec distribution à 3 fils. Les usines modernes sont aménagées pour le courant triphasé, 50 périodes, à 3000 volts, ou à 6000 V dans les grandes villes.

Le troisième intéressé à la construction d'installations électriques est le Ministère des Communications, qui s'occupe notamment des questions relatives à l'électrification des chemins de fer.

En quatrième lieu enfin, le Ministère des Travaux publics projette des installations appelées à servir plus tard, en relation avec un système étendu de lignes de transport, à l'alimentation en grand du pays tout entier, sur une base uniforme et économique.

De grandes centrales dans le Delta, destinées avant tout à l'irrigation et à l'assèchement des terres cultivables, sont déjà en construction et vont être reliées entre elles par une ligne à 66000 V. En Haute-Egypte aussi une grande centrale à vapeur équipée avec des turbines suisses est en construction, en même temps qu'une ligne de transport à haute tension allant d'Assouan à Isna, dont la longueur sera pour le moment de 130 km. Ces installations sont aussi destinées à l'irrigation.

Le même Ministère examine un grand nombre de projets et de plans pour des centrales de grande puissance, soit des usines hydrauliques à Assouan et dans la dépression de Quattara, soit une centrale thermique au milieu du Delta, éventuellement en relation avec des installations hydrauliques.

Il existe aussi des groupes privés d'intéressés qui sollicitent des concessions pour de grandes centrales de ce genre, destinées à électrifier l'Egypte tout entière. Mais avant de considérer plus en détail ces perspectives d'avenir, j'aimerais montrer

quelques vues de centrales électriques existantes, en renvoyant tout d'abord au tableau déjà mentionné de la page 604, qui contient une statistique des installations actuelles que j'ai dressée provisoirement et qui présente de ce fait encore certaines lacunes, ce dont mes auditeurs voudront bien m'excuser. La carte de la page 601 (fig. 7, *a* et *b*) montre la situation géographique de ces usines. J'ai pu visiter moi-même une grande partie des installations en question et prendre les photos destinées à illustrer cette conférence (fig. 8 à 11). Cette statistique



Fig. 10.
Station de pompage pour l'irrigation, près de Choubra.

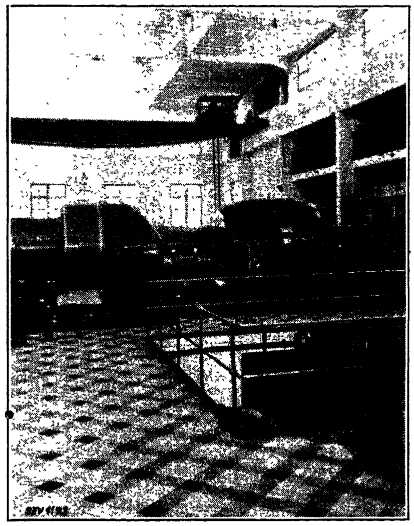


Fig. 11.
Centrale avec turbine à vapeur de la Cie. Héliopolis, à Choubra.

montre qu'à l'heure factuelle il existe une quarantaine de centrales électriques en Egypte, avec une puissance totale installée d'environ 77000 kW, produisant annuellement à peu près 80 millions de kWh. Bien que la puissance des usines prises individuellement soit modeste, il est cependant remarquable que dans un pays purement agricole, avec deux grandes villes et 43 agglomérations urbaines dépassant 10000 habitants, plus de 30 localités soient déjà pourvues de lumière et de force électriques.

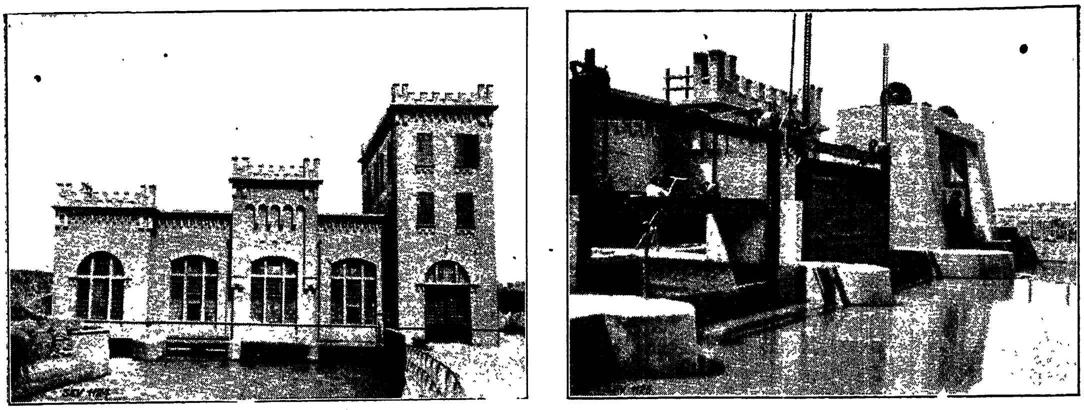
Je tiens ici à remercier très cordialement les autorités et les maisons qui m'ont aimablement autorisé à visiter leurs installations et qui m'ont fourni des indications précieuses à leur sujet.

Tandis que la plupart des installations existantes sont des centrales thermiques, l'usine électrique de Fayoum seule est une centrale hydraulique, qui mérite par là une attention spéciale. La province de Fayoum est une dépression dans le désert, où l'eau du Nil est amenée par un long canal permettant de l'irriguer. C'est ainsi qu'une oasis des plus fertile à pris naissance en plein désert, avec des champs de verdure, de splendides bois de palmiers et des jardin d'orangers (fig. 5 et 6). Comme le canal d'amenée présente une inclinaison assez prononcée, on a pu concentrer en un endroit donné une chute d'environ 8 m et l'utiliser comme source d'énergie hydraulique dans une centrale, modeste il est vrai, de 540 kW pour le moment (fig. 12, *a* et *b*). Une particularité de cette installation hydraulique, c'est que l'eau utilisée dans les turbines sert ensuite à l'irrigation (fig. 13, *a* et *b*). Le trop-plein est collecté comme eau de drainage dans le lac de Keroun, qui n'a pas d'écoulement et dont l'évaporation naturelle seule empêche le niveau de monter.

Statistique provisoire des centrales d'électricité en Egypte.

Centrale	installée par	Courant des génératrices	Tension des génér.	Tension de distribution	Puiss. de l'usine kW	Genre de machines installées kW	Energie prod. pend. l'année 1928 kWh
Alexandrie	Lebon & Cie.	~ 40 △ 40	2 000 2-5 000	~2×100 △ 190	17 900	turbines à vapeur: 600, 1600, 2500, 4100, 4100, 5000	20 000 000
Alexandrie	Tramways	=	550	550	env. 5000	—	env. 10 000 000
Assiout	Municip.	~ 50	3 000	2×110	420	Diesel: 180, 140, 140, 60	57 400
Atf. (en constr.)	Trav. publ.	△ 50	3 000	30 000	3 500	Diesel: 850, 850, 850, 850	—
Benha	Municip.	= 3 fils	470	2×220	290	Diesel: 150, 70, 70	230 700
Beni-Mazar	Municip.	= 3 fils	470	2×220	60	Diesel: 30, 30	86 900
Beni-Souef	Municip.	= 3 fils	470	2×220	490	Diesel: 70, 70, 180, 170	599 700
Belgas (en constr.)	Trav. publ.	△ 25	6 000	55 000	2 250	Diesel: 750, 750, 750	—
Bilbeis	Municip.	= 3 fils	470	2×220	120	Diesel: 70, 50	87 600
Chebin el Kom	Municip.	= 3 fils	470	2×220	290	Diesel: 70, 70, 150	188 000
Damanhour	Municip.	△ 50	3 000	200	270	Diesel: 70, 100, 100	330 000
Damiette	Municip.	△ 50	3 000	200	270	Diesel: 70, 100, 100	294 000
Fashu el Beba	Municip.	△ 50	3 000	200	270	Diesel: 70, 100, 100	—
Fayoum (hydr.!)	Municip.	△ 50	3 000	200	540	turbines hydrauliques: 270, 270	800 000
Héliopolis (Choubra)	The Cairo El. Railway Heliopolis Oasis Co.	△ 50	10 000	200/115	6 300	turbines à vap.: 1800, 1800, 2700	6 000 000
Isna (en constr.)	Trav. publ.	△ 50	—	—	5 000	turbines à vapeur	—
Kafr el Zayet	Municip.	= 3 fils	470	2×220	200	Diesel: 100, 50, 50	173 000
Keneh	Municip.	△ 50	3 000	200	—	—	—
Komombo	Sucrerie (S. A.)	=	220	220	950	Diesel: 176, 176, 176, 176, 176, 45	—
Le Caire	Lebon & Cie.	~ 42 △ 42	2 000 10 000	100 200	18 565	Diesel: 500, 1000; turb. à vap.: 3300, 4100, 4100, 4700	17 900 000
Le Caire	Sté. an. des Tramways du Caire	=	550	550	6 700	turb. à vap. 1500, 1500, 2200	18 000 000
Louqsor	Municip.	△ 50	3 000	200	—	—	—
Maghagha	Municip.	△ 50	6 000	200	—	—	—
Mansourah	Municip.	= △ 50	470 3 000	2×220 200	530 125	Diesel: 190, 190, 170 Diesel: 100, 25	1 011 000
Meadi	Oasis Co.	△ 50	3 200	—	550	Diesel: 250, 100, 100, 100	—
Mellawi	Municip.	△ 50	3 000	200	320	Diesel: 160, 80, 80	318 200
Mehalla el Kobra	Municip.	△ 50	3 000	200	400	Diesel: 200, 100, 100	104 500
Minia el Kamh	Municip.	= 3 fils	470	2×220	80	Diesel: 40, 40	77 700
Minieh	Municip.	△ 50	3 000	200	400	Diesel: 200, 100, 100	390 000
Port-Saïd	Lebon & Cie.	△ 40	2 000	220/110	1 400	Diesel: 500, 250, 250, 250, 150	—
Port-Saïd	Cie. du Canal de Suez	△ 50	5 000	190	2 000	turb. à vap.: 500, 500, 500, 500	—
Simbellawein	Municip.	△ 50	3 000	200	—	—	—
Zifta & Ghamz	Municip.	△ 50	3 000	200	420	Diesel: 180, 120, 120	314 500
Suez	Municip.	△ 50	3 000	220 200	730	Diesel; 50, 50, 100, 100, 280, 250	1 383 000
Tanta	Lebon & Cie. (Municip.)	—	—	—	—	—	—
Zagazig	Municip.	△ 50	3 000	~2×110	600	Diesel: 160, 80, 80, 280	465 000

Total au 31 décembre 1928: env. 76 940 kW. env. 78 811 200 kWh.



a) *b)*

Fig. 12.
Centrale hydro-électrique de Fayoum.
a) L'usine, côté aval. *b)* L'écluse, côté amont.



a) *b)*

Fig. 13.
Réservoirs d'eau potable à Fayoum.

On étudie en ce moment l'aménagement d'une grande centrale d'environ 200000 kW, qui serait actionnée par l'eau de mer, conduite dans une autre dépression profonde du désert où elle s'évaporerait naturellement, sans qu'une issue soit nécessaire. Nous reviendrons plus loin sur ce projet.

Pour clore cette série, je vous montre quelques photos de bassins de retenue en voie de construction ou d'agrandissement, échelonnés le long du Nil (fig. 14 à 16), et quelques courbes extraites d'un rapport mis à ma disposition par M. Abdel Aziz, sous-directeur général au Ministère égyptien des travaux publics, relatives à l'utilisation de la puissance hydraulique du barrage d'Assouan, dans son aménagement définitif futur. Ces courbes représentent le *débit* du réservoir, réglé suivant les besoins de l'irrigation, qui actionne les turbines sous une *chute* variant entre 34 m en février et 3 à 4 m pendant la crue annuelle des mois d'août, septembre et octobre; la troisième courbe enfin, indiquant la *puissance* disponible, a été déduite des deux premières par le calcul et en supposant pour simplifier que le rendement de la transformation d'énergie hydraulique en énergie électrique est de 100 % (fig. 17). Ces renseignements, qui se rapportent à une centrale projetée et non à une exploitation existante, empiètent en quelque sorte sur le chapitre suivant, auquel je vais consacrer la dernière partie de ma conférence.

3e partie. Développement futur.

Avant de considérer le développement futur de l'électrification, tâchons de nous faire une idée des débouchés qu'offre l'Egypte à l'énergie électrique.

La statistique provisoire que je viens de vous montrer prouve qu'actuellement la puissance des machines installées est de 77000 kW environ, couvrant une consommation annuelle de 80 millions de kWh, en grande partie pour l'éclairage et la force motrice des villes, ainsi que pour la traction des tramways et des chemins de fer régionaux.

En dehors des entreprises municipales et des trams, l'énergie électrique entre en ligne de compte pour la traction des chemins de fer, pour actionner les pompes d'irrigation et de drainage, les moulins à céréales, quelque peu dans l'industrie, ainsi que pour la fabrication des engrais artificiels. Les besoins d'énergie abondent naturellement partout puisque, en Egypte, sans compter les usines municipales, il n'y a pas moins de 20000 moteurs Diesel installés, représentant une puissance d'environ 700000 CV. Cependant, seule une partie de ces consommateurs pourront être pris en considération pour l'électrification à brève échéance. Si l'on admet qu'un dixième environ de cette puissance installée puisse être électrifiée en temps utile, il faudrait environ 50000 kW, couvrant une consommation annuelle de 100 millions de kWh à peu près, pour l'industrie et les petites installations. On peut évaluer la consommation des centrales municipales ces années prochaines à environ 50 millions de kWh, avec une puissance installée de 30000 kW. Les trams et les chemins de fer secondaires sont susceptibles d'absorber 30 millions de kWh sous une puissance de 15000 kW. Les installations d'irrigation et de pompage, dont l'électrification n'est réalisable que petit à petit, peuvent également être prévues pour une consommation prochaine de 30 millions de kWh, sous une puissance de 15000 kW. L'électrification des chemins de fer exigerait env. 25000 kW et 90 millions de kWh par an. La puissance annuelle de transport des chemins de fer égyptiens s'élève en effet à 4 milliards de tonnes-kilomètres environ; comme il n'y a pas de rampes, 80 à 90 millions de kWh devraient suffire. En Suisse on compte 32 Wh par tkm, 20–25 Wh/tkm seront donc suffisants en Egypte.

L'Egypte important de grandes quantités d'engrais azotés (env. 190000 tonnes en 1928), pour une valeur dépassant 38 millions de francs suisses annuellement, l'utilisation des forces hydrauliques du Nil s'impose pour la fabrication de l'azote. Il serait facile de consommer dans ce but 300 millions de kWh par année, sous une puissance de 100000 kW env.

En rassemblant ces possibilités d'écoulement, prévisibles dans un avenir pas trop éloigné, on arrive, en grossière approximation, au tableau suivant:

	Consommation annuelle 10^6 kWh	Puissance installée kW
1. Communes, force et lumière	50	30 000
2. Trams, chemins de fer secondaires	30	15 000
3. Electrification des chemins de fer principaux	80	25 000
4. Installations centrales de pompage pour l'irrigation et le drainage	30	15 000
5. Moulins à céréales, petites pompes individuelles, industrie (sans les engrais)	50	30 000
6. Fabrication éventuelle des engrais chimiques	300	100 000
Total	540	215 000

Naturellement ceci est loin de représenter la somme de tous les besoins d'énergie du pays, car rien que pour remplacer les moteurs Diesel actuels il faudrait une puissance d'environ 500000 kW, pour une consommation annuelle de près de

1000 millions de kWh. Mais il est clair qu'on ne peut pas songer à substituer des moteurs électriques à tous les moteurs Diesel dans l'espace de quelques années. Le tableau ci-dessus ne contient que les quantités d'énergie qui pourraient être couvertes éventuellement par de grandes centrales électriques dans un avenir pas trop éloigné.

La répartition locale de ces besoins d'énergie serait telle qu'environ 80 à 100000 kW trouveraient leur emploi dans le Delta, 20 à 40000 kW le long de la bande étroite, longue de 800 km, de la Vallée du Nil et 100000 kW pour la fabrication des engrais artificiels, n'importe où. Il y aurait lieu naturellement d'examiner avec soin, dans ce dernier cas, quelle serait la solution la plus avantageuse, soit le transport de l'engrais artificiel au lieu de consommation (principalement dans le Delta), soit le transport d'énergie ou éventuellement de charbon, etc., à l'emplacement des fabriques d'azote.

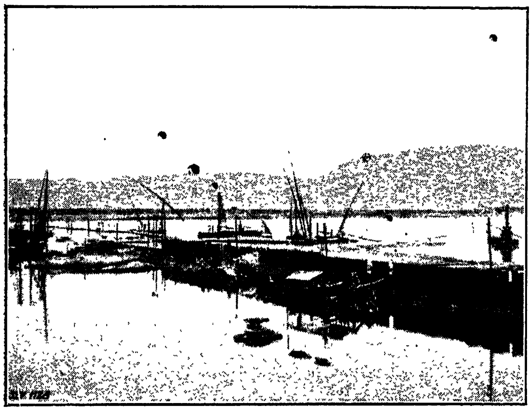


Fig. 14.
Barrage de Naga Hamadi (en construction).

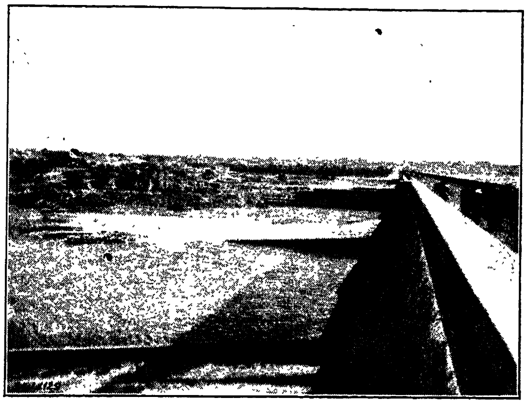


Fig. 15.
Barrage d'Assouan (première étape).

Ici je dois intercaler une remarque. Il existe plusieurs procédés de fabrication des engrais azotés. Les uns nécessitent beaucoup d'énergie, mais pas de charbon et sont faciles à exploiter; les autres emploient beaucoup moins d'énergie, mais en revanche du charbon (qui doit être transporté à la fabrique) et un personnel entraîné. Par conséquent, il n'est pas dit sans autre, comme on le croit généralement, que les fabriques d'azote devraient être nécessairement construites à Assouan. On peut se résigner à une grande perte d'énergie dans les lignes de transport, si un procédé plus économique de fabrication n'est réalisable qu'à ce prix. A Assouan même, à 1000 km de la mer, il n'y a guère qu'un procédé n'exigeant ni charbon ni main d'oeuvre spécialisée (à cause du climat) qui pourrait entrer en ligne de compte. Mais ces procédés ont l'inconvénient de très mal tirer parti de l'énergie électrique. Une fabrique d'engrais artificiel située plus près de la mer pourrait travailler avec une consommation d'énergie beaucoup moindre, mais avec de plus grandes pertes dans la ligne de transport, parce que le charbon et le personnel qualifié seraient à sa disposition. Des calculs exacts sont seuls à même d'indiquer la voie à suivre. Il est bien possible que les pertes d'énergie dues au transport d'Assouan au Caire, même si elle étaient assez considérables, seraient compensées par une utilisation plus rationnelle. Il se peut même que la concentration des fabriques d'engrais dans la région du Caire faciliterait sensiblement le côté économique du transport d'énergie Assouan-Le Caire. Nous ne pouvons pas nous étendre ici sur ce sujet, mais la question présente un grand intérêt.

La répartition de la consommation d'énergie dans le temps, c.à.d. la courbe de charge présumée de la ou des centrales d'électricité, est égale à la somme des

courbes de charge des divers appareils et machines consommateurs de courant. Sans entrer ici dans des considérations plus détaillées, on peut dire cependant que la fabrication de l'azote permet d'adapter en quelque sorte la courbe de charge aux disponibilités.

Après avoir esquissé rapidement la question de la consommation d'énergie, ainsi que de sa répartition dans le temps et sur le territoire, nous voulons considérer les différentes possibilités qui s'ouvrent à l'extension de la production d'énergie en Egypte.

Il est clair que la production d'énergie dans d'innombrables petites installations à moteurs Diesel (au nombre de plus de 20 000) n'est guère économique. C'est pourquoi des propositions ont été faites déjà à plusieurs reprises d'édifier une seule grande usine thermique au centre du Delta.

On peut imaginer une centrale de grande puissance, de 50 à 80 000 kW, équipée avec des turbines à vapeur modernes (env. 30 atmosphères et 450° de surchauffe) alimentées par des chaudières à haute pression, chauffées elles-mêmes au poussier de charbon ou au mazout; l'usine serait située au centre de consommation du Delta, connectée à un réseau d'alimentation à haute tension de 60 à 70 000 volts, de 100 km de rayon environ. La centrale pourrait être équipée peu à peu, suivant les besoins croissants de la consommation. Avant d'entreprendre la construction d'une usine semblable, il est évident qu'une entente serait nécessaire entre les fournisseurs actuels de courant, c. à. d. le gouvernement d'un côté, les centrales existantes de la Société Lebon & Cie, les divers Tramways, la Compagnie d'Héliopolis, etc. d'autre part. On se demande tout naturellement s'il n'y aurait pas lieu d'appliquer ici le principe de l'entreprise mixte, comme il est réalisé en Suisse par les Forces Motrices Bernoises et d'autres entreprises électriques analogues, pour le plus grand profit de tous les intéressés.

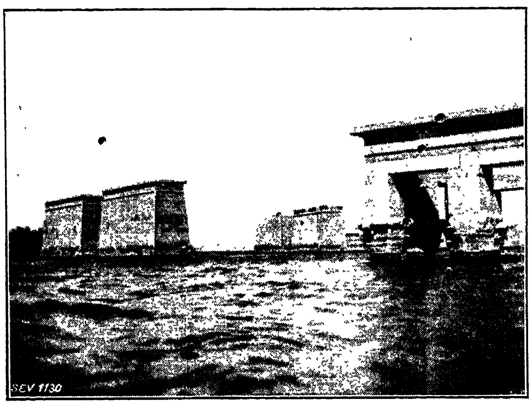


Fig. 16.
Ruines des temples de Philae, immergées dans le réservoir d'Assouan.

La construction d'une centrale principale thermique de ce genre (les installations existantes servant de réserves et de compensateurs de phase) serait certainement économique et aurait l'avantage de ne pas réclamer l'édification simultanée de fabriques d'engrais chimiques; elle pourrait travailler plus tard en parallèle avec les centrales hydrauliques.

Une deuxième possibilité consiste à utiliser les forces hydrauliques du Nil au moyen de barrages, celui d'Assouan en premier lieu, où l'on pourra produire plusieurs centaines de milliers de kW. Le problème d'Assouan est caractérisé par trois facteurs: primo chute extraordinairement variable, entre 4 et 34 mètres; secundo débit tout aussi instable, de 8000 m^3/s env. sous la chute la plus basse, à 1000 m^3/s env. sous la plus haute chute; tertio distance de 800 – 900 km jusqu'au centre actuel de consommation (fig. 17).

Le constructeur de turbines est placé ici en face de problèmes très intéressants, car il s'agit de réaliser des turbines hydrauliques ou des combinaisons de turbines tournant à vitesse constante, sous une chute et un débit aussi variables. On pourrait imaginer des génératrices à nombre de pôles modifiable, ou bien la production d'une partie du courant sous fréquence variable, laquelle n'a pas besoin d'être rigoureusement constante pour la fabrication de l'azote. On a proposé aussi le

transport d'énergie par courant continu à haute tension. Le temps me manque naturellement pour examiner ici le problème d'Assouân sous tous ses angles.

On projette à l'heure qu'il est l'aménagement d'une troisième source d'énergie hydraulique, la centrale de Quattara[2]), où env. 500 m³ d'eau de mer s'écouleront chaque seconde dans une dépression profonde du désert pour s'y évaporer. La puissance de cette centrale, une fois complètement construite, s'élèverait à 200000 kW environ. Pour le moment le gouvernement fait procéder à des sondages du terrain, afin de recueillir la base nécessaire à l'établissement de devis pour le tunnel de 48 km et le canal ouvert de 12 km destinés à l'adduction de l'eau. Des essais au lac de Fayoum (Birk el Keroun), d'une superficie de 233 km², ont démontré

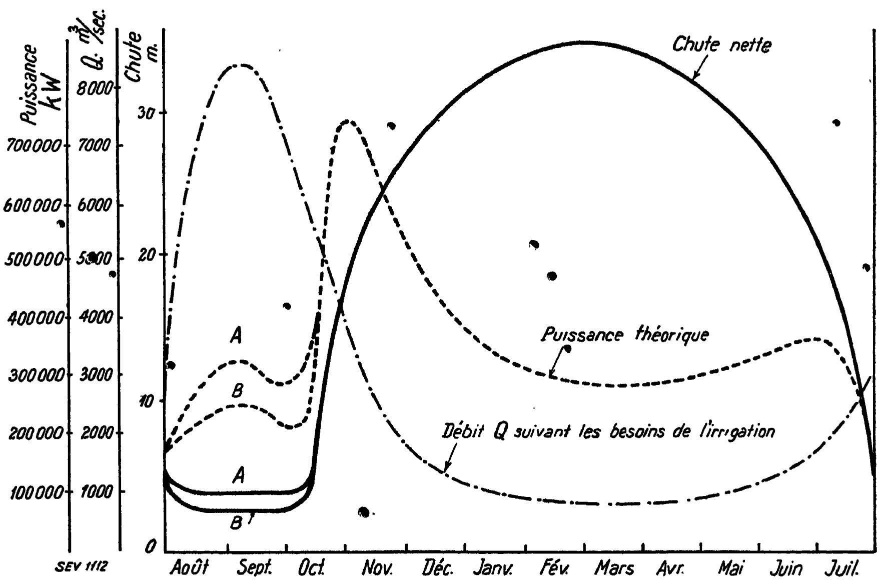


Fig. 17.
Débit, chute nette et puissance disponible prévus au barrage d'Assouan, après son agrandissement.
Variante *A*: correspond à une chute minimum de 4 m.
Variante *B*: correspond à une chute minimum de 3 m.

qu'à la cote −43 m une couche d'eau de 5,5 mm en moyenne s'évapore quotidiennement à la surface du lac. L'exécution de la centrale de Quattara, dont la valeur économique dépend en premier lieu des frais d'établissement du tunnel et du canal d'adduction, placerait les ingénieurs en face d'une série de problèmes nouveaux du plus haut intérêt. Je vais donc décrire brièvement les données techniques approximatives de ce projet unique en son genre.

La dépression envisagée est située à l'ouest de l'embouchure du Nil, à env. 60 km de la Méditerrannée et à 160 km d'Alexandrie; elle a 134 m de profondeur maximum. A la cote −50 m le lac artificiel aurait déjà une superficie de 10500 km². Il serait au moins 6 fois plus grand que le canton de Zurich, c. à. d. qu'il aurait le quart de l'étendue de la Suisse. On utiliserait une chute nette de 42 m entre la cote −8 et la cote −50. L'adduction de l'eau exigerait 4 tunnels de 8 m de diamètre. Le transport d'énergie jusqu'à Alexandrie aurait env. 160 km de longueur, et 210 jusqu'au Caire. Le temps disponible m'interdit une fois encore de donner ici d'autres détails sur ce projet extrêmement intéressant.

[2]) Voir aussi H. Sirry Bey, The Quattara Power Scheme, dans The Geographical Review Vol. XIX, No. 2, avril 1929.

Conclusions.

D'après ce que j'ai dit, vous aurez pu voir qu'une quantité de questions restent à élucider avant d'entreprendre l'électrification en grand de l'Egypte. Il s'agit en premier lieu d'étudier soigneusement la question des débouchés de courant et celle de leur répartition dans le temps et sur le territoire. En même temps, il faut étudier les problèmes techniques que posent les diverses variantes pour le transport de la force. Des calculs comparatifs de rentabilité sont de rigueur, portant sur les installations hydro-électriques projetées, notamment à Assouan et à Quattara, et sur les centrales thermiques. Un examen attentif des frais d'établissement et du rendement économique du transport d'énergie à grande distance (800 km) projeté entre Assouan et Le Caire s'impose, en tenant compte de l'influence que pourraient avoir sur les conditions envisagées la construction d'une grande fabrique d'engrais chimiques, ainsi que le choix de son emplacement et le procédé de fabrication adopté. Il y a lieu d'examiner en même temps sur quelle étendue et à quelle allure l'électrification des chemins de fer est recommandable. Enfin on devra se demander quels prix les différentes catégories de consommateurs sont à même de payer et dans quel rapport les recettes réalisables seront au prix de revient du courant produit.

Du moment qu'une demande immédiate de grandes quantités d'énergie aux centrales nouvelles encore à construire n'est pas à prévoir, je recommande d'avancer par étapes. Comme une centrale thermique dans le Delta sera toujours nécessaire, même plus tard comme réserve une fois que les installations hydro-électriques seront édifiées, c'est une usine de ce genre qui paraît le mieux indiquée pour commencer.

Il est très important que toutes les installations à construire trouvent place plus tard dans un plan d'ensemble unique. On fixera par conséquent dès aujourd'hui des données uniformes, par exemple la fréquence à 50, la tension des génératrices et des distributions locales à 6000 volts, la tension pour les transports d'énergie à petite et moyenne distance à 60 – 70000 V. Pour obtenir des installations bon marché, les tensions de service et d'essai devraient être choisies de telle sorte que les fabricants de machines et de matérial électrique des divers pays puissent offrir leur types normaux. Les projets d'aménagement des forces hydrauliques devraient enfin prévoir une mise en service graduelle.

L'électrification occupe actuellement en Egypte le centre de l'intérêt national. Les études préliminaires sont poussées énergiquement. Un comité ministériel a été formé pour en examiner les lignes directrices. Un grand nombre d'intéressés ont déjà fait différentes propositions, actuellement à l'étude. C'est naturellement en première ligne la Compagnie Lebon, qui possède déja de grandes centrales à Alexandrie, au Caire, à Port-Saïd, qui s'intéresse le plus à l'établissement d'une grande centrale thermo-électrique dans le Delta. La Compagnie d'Héliopolis aussi a tout intérêt à la construction d'une centrale de ce genre, qui fait d'ailleurs l'objet d'études de la part du gouvernement égyptien lui-même. Un groupe financier a approfondi l'éventualité de l'électrification complète du Delta entier et a déjà présenté des demandes de concession à ce sujet. Un autre groupe, plus considérable encore, a proposé de prendre à sa charge l'électrification totale de toute l'Egypte, envisageant une production annuelle d'énergie dépassant 2000 millions de kWh.

Il ne m'est naturellement pas permis d'entrer ici dans les détails de ces propositions d'origine privée. Mais vous pouvez vous rendre compte, d'après les efforts fournis de toute part, que l'électrification de l'Egypte est devenue une question des plus actuelle. J'espère avoir réussi à vous orienter dans ce sens et à vous intéresser aux conditions caractérisant le domaine électrique, dans ce pays qui prend aujourd'hui un essor si remarquable, où les ingénieurs ont encore une immense tâche devant eux, mais où ils se trouvent aussi en présence d'une volonté bien arrêtée de mettre à profit les progrès de la science et de la technique, et qui dispose des moyens nécessaires pour atteindre ce but.

Mittel zur Verbesserung des $\cos\varphi$.

Vortrag, gehalten an der Generalversammlung des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins in St. Moritz, am 7. Juli 1929

von *F. Grieb*, Ingenieur, Baden.

621.312(0065)

Der Autor geht zunächst auf den Einfluss der Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung ($\cos\varphi$) auf die Ausnützbarkeit der elektrischen Anlagen und die Spannungsregulierung ein und zeigt, welches Interesse die Elektrizitätswerke an der möglichsten Verkleinerung dieses Winkels haben. Er betrachtet sodann die Mittel, welche für die Verkleinerung der Phasenverschiebung bei grossen Uebertragungsleitungen und bei Verteilanlagen angewandt werden können. Bei den grossen Uebertragungsleitungen erwähnt er als solche Mittel vor allem die Synchron- und die Asynchronkompensatoren, bespricht deren Vor- und Nachteile und kommt zum Schluss, dass der Kompensation der Blindleistung mittels Synchronmaschinen im allgemeinen der Vorzug gebührt. Als wichtige Mittel zur Kompensation der Blindleistung in Verteilanlagen erwähnt er die Erzeugung der Blindleistung an wichtigen Abnahmepunkten durch besondere Maschinen oder statische Kondensatoren, oder die Benützung von Stromverbrauchern mit hohem $\cos\varphi$, wie z. B. Induktionsmotoren mit Kurzschlusswicklung auch für höhere Leistungen oder Spezialmotoren, die ihre Energie dem Netze unter besonders hohem Leistungsfaktor, eventuell auch mit voreilendem Strom, entnehmen. Die Betriebssicherheit der letzteren soll bei nicht sehr sorgfältiger Behandlung noch zu wünschen übrig lassen. Im übrigen wird der Entscheid, welche Art Kompensation in Verteilanlagen angewandt werden soll, erst auf Grund besonderer Untersuchungen in jedem einzelnen Fall getroffen werden.

L'auteur commence par examiner l'influence du décalage entre le courant et la tension ($\cos\varphi$) sur l'utilisation des installations électriques et le réglage de la tension; il montre l'intérêt que les centrales ont à réduire cet angle le plus possible et indique ensuite quels moyens peuvent être appliqués dans ce but aux grandes lignes de transport d'énergie et aux installations de distribution. Pour les premières il préconise tout d'abord l'emploi des compensateurs synchrones et asynchrones, commente leurs avantages et leurs inconvénients et arrive à la conclusion qu'en général la compensation de la puissance réactive à l'aide de machines synchrones est préférable. Pour compenser la puissance réactive dans les installations de distribution, l'auteur mentionne avant tout la production de cette puissance réactive aux points de consommation importants, au moyen de machines spéciales ou de condensateurs statiques, ou bien l'emploi d'appareils consommateurs de courant à $\cos\varphi$ élevé, comme p. ex. les moteurs d'induction à induit en court-circuit même pour de grandes puissances, ou alors des moteurs spéciaux prélevant leur énergie du réseau sous un facteur de puissance particulièrement haut, éventuellement avec déphasage du courant en avant sur la tension. La sécurité de fonctionnement de ces derniers semble toutefois laisser encore à désirer si leur emploi n'est pas guidé avec beaucoup de soin. D'ailleurs le choix du genre de compensation à adopter dans les installations de distribution ne peut guère se baser que sur l'examen individuel de chaque cas particulier.

Einleitung.

Die grosse Bedeutung des Leistungsfaktors in elektrischen Wechselstromanlagen ist heute derart zur Selbstverständlichkeit geworden, dass es unnütz erscheint, besonders darauf hinzuweisen. Wenn es dennoch angezeigt ist, auf diese Frage nochmals einzugehen, so beruht dies meines Erachtens hauptsächlich darauf, dass über die Art der Kompensation der Blindleistung noch sehr verschiedene Auffassungen herrschen. Wie, wo und in welchem Masse der $\cos\varphi$ verbessert werden soll, ist heute noch zum Teil eine sehr umstrittene Frage.

Die Ursachen des in vielen Netzen ungünstigen Leistungsfaktors wurde im Vortrag des Herrn Dir. Schiesser anlässlich der Generalversammlung des S. E. V. im Jahre 1924 sehr eingehend untersucht[1]). Wie diesen ausführlichen Darstellungen entnommen werden kann, wird der Blindstrom, oder besser gesagt Magnetisierungsstrom, der die Ursache für die entstehende Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung bildet, zum grössten Teil (ca. 70–80 %) von den angeschlossenen Motoren, in zweiter Linie von den Transformatoren (ca. 15–20 %) verlangt; die Freileitungen dagegen sind nur mit einem kleinen Anteil (ca. 3–6 %) am Blindleistungsbezug beteiligt. Es ist auch in der gleichen Arbeit sehr klar festgelegt, dass bei dem heutigen Stand der Technik die einzelnen Maschinen und Apparate

[1]) S. Bull. S.E.V. 1924, No. 9, S. 433.

selbst nicht mehr wesentlich geändert werden können, um den Blindstrombezug, den dieselben für die Aufrechterhaltung der magnetischen Felder benötigen, zu reduzieren.

Dagegen ist es möglich, durch zweckmässige Projektierung der Anlagen, durch Verwendung möglichst voll belasteter Motoren und Transformatoren, sowie, wenn es die Verhältnisse erlauben, durch Bevorzugung von schnellaufenden Motoren, das cos φ Problem im günstigen Sinne zu beeinflussen. Alle diese Massnahmen werden jedoch niemals genügen, die cos φ Frage zu lösen, resp. damit befriedigende Verhältnisse zu erreichen.

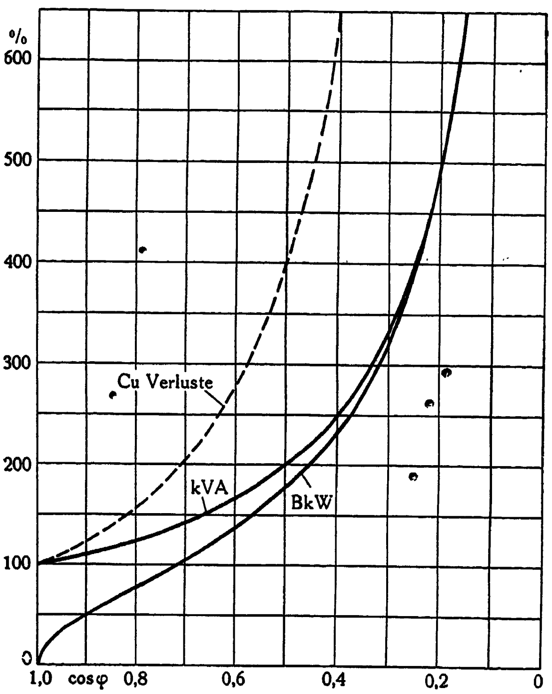


Fig. 1.
Einfluss des Leistungsfaktors auf die Scheinleistung, die Blindleistung und die Kupferverluste bei gleichbleibender Wattleistung und Spannung.

Ich möchte in diesem Zusammenhang der Vollständigkeit halber noch kurz die Folgen eines schlechten Leistungsfaktors berühren.

a) Ausnützung der Anlagen. Der Magnetisierungsstrom, der für die einzelnen Verbraucher notwendig ist, muss, wenn keine besonderen Einrichtungen getroffen werden, von den Generatoren geliefert werden. Damit werden alle Einrichtungen vom Generator bis zu den Verbrauchern (Generator, Leitung, Transformator evtl. Induktionsregler) nicht nur mit dem Wirkstrom belastet, der in irgend einer anderen Energieform (mechanische Arbeit oder Wärme) umgewandelt werden kann, sondern auch vom Magnetisierungsstrom, der für die Aufrechterhaltung der magnetischen Felder notwendig ist. Obwohl sich die beiden Komponenten, Wirk- und Magnetisierungsstrom, rechtswinklig zusammensetzen, so dass nicht die arithmetische, sondern die geometrische Summe für die Kupfer-Belastung in Betracht kommt, ergibt ein ungünstiger Leistungsfaktor dennoch eine respektable Zusatzbelastung gemäss Fig. 1, BkW-Kurve. Der Gesamtstrom bestimmt die Kupferquerschnitte, so dass eine bestimmte Maschine oder eine Leitung nur eine bestimmte kVA-Belastung übernehmen kann. Was sie an Scheinleistung aufnehmen müssen, geht an der Ausnützung der Anlage verloren.

b) Verluste. Die Stromwärmeverluste wachsen bekanntlich mit dem Quadrat des Stromes, so dass dieselben für eine bestimmte Wirkleistung mit schlechter werdendem Leistungsfaktor sehr rapid zunehmen, wie dies der Fig. 1, Kurve für die Cu Verluste, entnommen werden kann.

Die mit kVA bezeichnete Kurve gibt das Verhältnis $\frac{\text{Total-Strom}}{\text{Watt-Strom}} \cdot 100$ $(= \frac{I}{I_w} \cdot 100)$ und gibt somit die Zunahme in Prozenten des Gesamtstromes in bezug auf einen unveränderlichen Wirkstrom mit variablem cos φ.

Die mit BkW bezeichnete Kurve stellt das Verhältnis $\frac{\text{Blind-Strom}}{\text{Watt-Strom}} \cdot 100$ dar $(\frac{I_B}{I_w} \cdot 100)$, d. h. den Blindstrom in Prozenten des Wirkstromes bei unveränderlichem cos φ.

Interessant ist die Kurve für die Cu Verluste, die die Zunahme der Kupferverluste für gleichbleibende Wirkleistung und abnehmenden Leistungsfaktor darstellt; wie zu ersehen ist, sind dieselben bei einem $\cos \varphi$ von 0,7 bereits das doppelte und bei einem $\cos \varphi$ von 0,5 bereits das vierfache.

c) Spannungsregulierung. Ein weiterer nicht zu unterschätzender Nachteil ergibt ein schlechter Leistungsfaktor auch für die Spannungshaltung, resp. Spannungsregulierung. Wie irgend einer Kurve der Fig. 2 entnommen werden kann, nimmt der Spannungsabfall mit abnehmendem $\cos \varphi$ ziemlich rasch zu. Da fast ohne Ausnahme alle Verbraucher für konstante Spannung vorgesehen sind, verlangt eine Uebertragung mit ungünstigem Leistungsfaktor eine weitgehende Regulierungsmöglichkeit der Generatoren, oder eine spezielle Einrichtung, die Spannung entsprechend regulieren zu können.

Wie Fig. 2 weiter zeigt, ist jedoch für die Spannungsänderung auf einer Uebertragungsanlage nicht nur der Leistungsfaktor allein massgebend, vielmehr spielt naturgemäss auch der Totalwiderstand (Impedanz) und dabei das Verhältnis von Ohmschem zu induktivem Widerstand eine beträchtliche Rolle. In der Fig. 2 ist der Spannungsabfall in % desjenigen bei $\cos \varphi = 1$ (Ohmscher Abfall) für verschiedene Verhältnisse von $\frac{R}{\omega L}$ in Abhängigkeit des Leistungsfaktors aufgetragen. Die Kurven zeigen deutlich die starke Zunahme der Spannungsveränderung mit abnehmendem Verhältnis $\frac{R}{\omega L}$ und konstantem Ohmschen Widerstand.

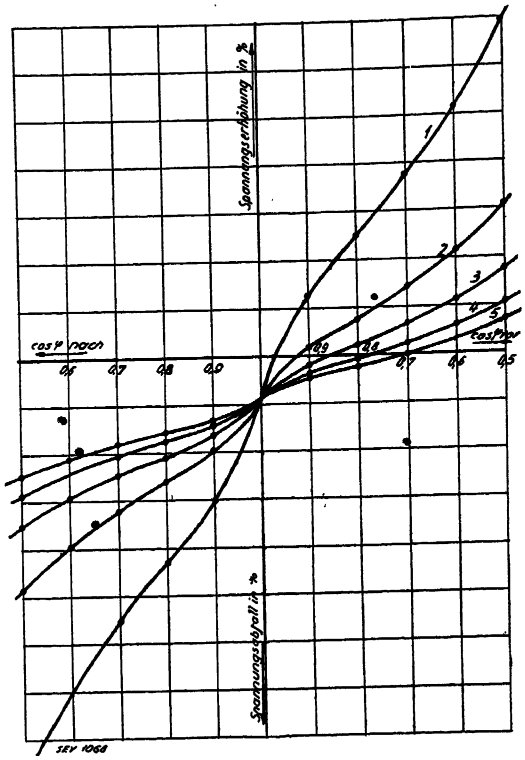


Fig. 2.
Vergleichskurven für den Spannungsabfall für verschiedene Verhältnisse $\frac{R}{\omega L}$.

Kurve 1 $\frac{R}{L\omega} = 0,2$
" 2 $= 0,4$
" 3 $= 0,6$
" 4 $= 0,8$
" 5 $= 1$

Da die Leitungen hauptsächlich nach mechanischen Gesichtspunkten dimensioniert werden müssen, ist das Verhältnis $\frac{R}{\omega L}$ für sie ziemlich festgelegt, so dass sich daran im Interesse der Spannungsregulierung wenig ändern lässt. Dagegen kann die Kurzschlusspannung der Transformatoren stark verändert werden, so dass damit das Verhältnis der gesamten Uebertragung (Leitung plus Transformator) in grossen Grenzen wählbar ist.

Nach dieser kurzen Einleitung möchte ich zur Frage der Kompensation selbst übergehen und sie entsprechend ihrer Wirkungsweise und ihrem Charakter in zwei Hauptgruppen unterteilen:

A. Die Kompensation der grossen Uebertragungsleitungen (Grosskompensation) und

B. Die Kompensation der Verteilanlagen (Kleinkompensation).

A. Grosskompensation.

Man wird sich wohl vorerst die Frage stellen müssen, ob in einer Grossübertragung die Forderung nach der Hochhaltung des Leistungsfaktors unter allen Umständen von allgemeinem Interesse sei. Diese Frage wird sicher teilweise überraschen, speziell in Anbetracht der vorstehend erwähnten ungünstigen Auswirkungen eines schlechten Leistungsfaktors. Damit will ich nicht sagen, dass ich etwa der Ansicht sei, dass der Frage des Leistungsfaktors in Uebertragungsanlagen keine Beachtung geschenkt zu werden braucht; es muss ihr im Gegenteil grosses Interesse entgegengebracht werden. Die Energieverteilung in Hoch- und Höchstspannungsanlagen muss aber neben dem Bestreben höchster Wirtschaftlichkeit in direktem Sinne auch noch anderen Bedingungen genügen, worunter in erster Linie die Spannungshaltung resp. Spannungsregulierung gehört.

Es ist bekannt, dass der Wirkungsgrad der Motoren, wenn sie unterhalb der Nennspannung arbeiten müssen, sinkt, dass das Drehmoment zurückgeht, dass dagegen der Magnetisierungsstrom ansteigt, wenn sie mit mehr als ihrer normalen Spannung gespeist werden und dass damit naturgemäss auch der Leistungsfaktor sinkt. Man weiss auch, dass die Lichtintensität der Glühlampen ca. mit der dritten Potenz der Spannung abnimmt, wenn sie mit weniger als Nennspannung betrieben werden und umgekehrt, so dass schon geringe Spannungsschwankungen sehr bald das Licht zum Flackern bringen. Andererseits reduziert eine zu hohe Spannung die Lebensdauer der Glühkörper ziemlich rasch.

Zu hohe Spannungen treiben den Magnetisierungsstrom von Transformatoren sehr rasch in die Höhe, nur ca. 10 % Spannungserhöhung kann den Magnetisierungsstrom der Transformatoren je nach der gewählten Induktion bis zum doppelten Wert ansteigen lassen.

Es wird nun leider eine schwankende Spannung vielfach mehr als Schönheitsfehler angesehen, weil die oben genannten daraus resultierenden Ursachen zahlenmässig sehr schwer ausgewertet werden können, und dennoch sind sie für die Gesamtwirtschaftlichkeit einer Anlage mindestens ebenso wichtig, wie ein hoher Leistungsfaktor bei allen Belastungen.

Dass es möglich ist, mit Synchronkompensatoren die Spannung am Ende von Uebertragungsanlagen zu regulieren, ist eine Tatsache, die längst bekannt ist und in der Literatur bereits sehr eingehend behandelt wurde. Wenn ich doch noch kurz darauf eintreten möchte, so geschieht dies, um den Zusammenhang von Spannung und Leistungsfaktor bei Energieübertragungen speziell zum Ausdruck zu bringen und um die Bedingungen zu präzisieren, die an die Mittel gestellt werden, die für die Regulierung in Betracht kommen.

Eine Uebertragungsanlage, sei es eine einfache Leitung, oder eine solche mit dazwischen liegenden Transformatoren, sei auf beiden Seiten generatorisch gespeist, wobei es absolut gleichwertig ist, ob beides wirklich Kraftwerke sind oder ob die eine oder andere davon eine Kompensatoranlage ist. Wird die Spannung an diesen beiden Endpunkten mit Hilfe der Generatoren oder Kompensatoren auf einem bestimmten Wert festgehalten, gleichgültig mit oder ohne Spannungsgefälle in der einen oder anderen Richtung, so ist zu einer bestimmten kW-Uebertragung der zugehörige Leistungsfaktor eindeutig bestimmt; denn die Anzahl kW, die über eine Leitung übertragen wird, ist bei einer Kupplung von Kraftwerken gegeben durch die Einstellung der Turbinenregler, bei der Speisung eines Verbrauchszentrums durch die von diesem verlangten Wattenergie. Die Spannungshaltung spielt weder für die Grössenordnung noch für die Richtung der übertragenen kW eine nennenswerte Rolle.

Annäherungsweise wird das durch das Festhalten der Spannung an den beiden Endpunkten zur Verfügung gestellte Spannungsgefälle aufgezehrt von der arithmetischen Summe des Ohmschen Spannungsabfalles des Wattstromes, gegeben durch:

$$I \cos\varphi \cdot R \text{ oder } I_w \cdot R$$

und des induktiven Abfalles des wattlosen Stromes:

$$I \sin\varphi \cdot X \text{ oder } I_1 \cdot X.$$

Bei gegebenem Ohmschen und induktiven Widerstand der Uebertragung und bei dem durch die kW-Belastung bestimmten Wattstrom muss der Blindstrom, damit das Spannungsgleichgewicht erhalten bleibt, einen ganz bestimmten Wert annehmen, womit der Leistungsfaktor eindeutig festgelegt ist.

Diese Beziehung ist allgemein gültig. Es ist also möglich, dass Wattenergie von einem Ort A mit einer bestimmten Spannung nach einem Ort B übertragen werden kann, dessen Spannung tiefer, gleich hoch oder sogar höher liegt, als die Spannung in A. Das zur Verfügung stehende Spannungsgefälle wird in erster Linie vom Wirkstromabfall beansprucht; ist es grösser als derselbe, so kann mit dem Wattstrom noch Blindstrom übertragen werden, ist es kleiner, so muss teilweise oder ganz der Wirkstromabfall durch Blindstromabfall kompensiert werden; d. h. der Blindstromabfall muss in diesem Fall negativ werden, was identisch ist mit einer Blindstromübertragung von B nach A oder einer Uebertragung mit voreilendem Leistungsfaktor.

Mit welchem Spannungsgefälle am zweckmässigsten Uebertragungsanlagen betrieben werden sollen, kann kaum allgemein beantwortet werden. Es ist dies hauptsächlich eine wirtschaftliche Frage, die mit einer Reihe von Faktoren verknüpft ist. Wie aber auch die Regulierung ausgeführt wird, von besonderem Interesse ist sicher immer der Wunsch, mit möglichst wenig Blindstrom eine möglichst grosse Spannungsregulierung erreichen zu können. Die Spannungsvariation, die sich durch den Blindstrom ergibt, sei er nun voreilend oder nacheilend, d. h. induktiv oder kapazitiv, ist gegeben durch $I_1 \cdot \omega \cdot L$. Je grösser also der induktive im Verhältnis zum Ohmschen Widerstand in einer Uebertragung ist, mit desto weniger wattlosem Strom ist eine bestimmte Spannungsvariation zu erzielen, wie dies aus den Kurven der Fig. 2 hervorgeht.

Uebertragungsleitungen mittlerer Spannung haben im allgemeinen ein Verhältnis des Ohmschen zum induktiven Widerstand, das angenähert 1 ist, d. h. sie haben gleichviel Ohmschen wie induktiven Widerstand. Werden Transformatoren in einen Leitungszug eingebaut, so ändert sich das Verhältnis sofort wesentlich, indem moderne Transformatoren in der Regel eine ziemlich grosse Kurzschlussspannung besitzen. Solche von 10 bis 12 % und sogar mehr sind heute für Grosstransformatoren die gebräuchlichsten Ausführungen, während sie kaum 1 % Ohmschen Widerstand erreichen.

Die Ursache der Entwicklung der Grosstransformatoren in dieser Richtung war allerdings kaum die, Uebertragungen mit grossem induktiven Widerstand zu erreichen, sondern das Bestreben, Transformatoren mit grosser Kurzschlussfestigkeit zu bauen, was nach dem Zusammenschluss von mehreren Kraftwerken eine absolute Notwendigkeit wurde. Dadurch werden nicht nur die Transformatoren bei Kurzschluss mechanisch weniger beansprucht, sondern auch die gesamte Anlage und hauptsächlich die Oelschalter, indem die Abschaltleistung mit zunehmender Impedanz abnimmt.

Wenn Synchron-Kompensatoren zur Spannungsregulierung verwendet werden, so ist die Erhöhung des induktiven Widerstandes einer Uebertragung kein Nachteil, sondern sogar sehr erwünscht. Wird dagegen statt auf Spannung auf einen bestimmten Leistungsfaktor reguliert, wie dies vereinzelt ausgeführt wird, so werden die Spannungsvariationen, wenn nicht direkt bis auf $\cos\varphi = 1$ kompensiert wird, was fast in allen Fällen viel zu unwirtschaftlich wäre, relativ immer noch sehr gross, so dass in der Regel noch spezielle Einrichtungen für die Spannungsregulierung notwendig werden.

Bei einer Energieübertragung mit einem festen Leistungsfaktor bekommt man absolut die analogen starren Verhältnisse wie sie bei der Gleichstromübertragung

bekannt sind und gibt damit den grossen Vorteil des elastischen Betriebes, wie sie der Wechselstromübertragung von Haus aus eigen sind, unnötig preis.

Man wird einwenden, dass bei einer Spannungsregulierung mit Synchronkompensatoren nicht das Maximum an Wirtschaftlichkeit der Uebertragungsleitung erreicht wird, indem die Leitung nur bei Vollast mit dem Maximum der zur Verfügung stehenden Blindleistung entlastet wird, während die Kompensation mit abnehmender Last ebenfalls abnimmt, um bei Leerlauf die Leitung sogar induktiv zu belasten. Diese Einwendung ist absolut richtig. Die Verluste werden auf der Uebertragung bei Teillast etwas höher sein; dem gegenüber stehen aber die Vorteile der besseren Ausnützung durch die Konstanz der Spannung.

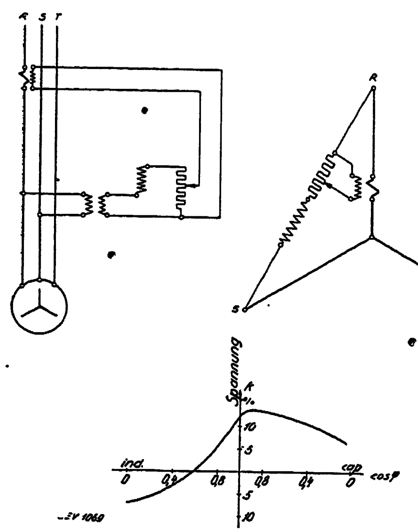


Fig. 3.

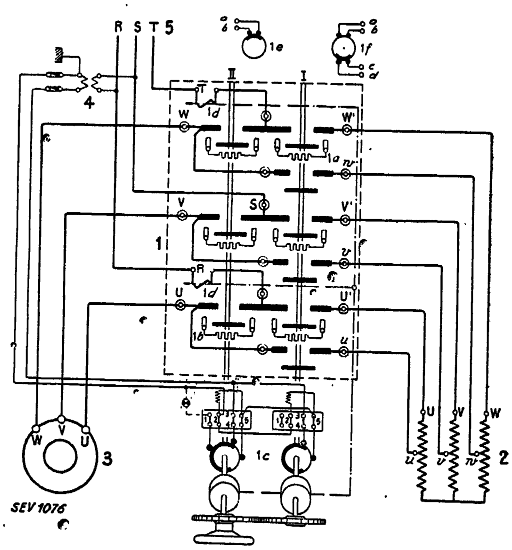


Fig. 4.
Schaltungsschema für das asynchrone Anlassen eines Synchronkompensators.

Ich möchte in diesem Zusammenhang auf den Rapport No. 98 des Mr. Baum, San Franzisco, hinweisen, den er an der diesjährigen Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension vorlegte und in welchem der Autor zur Schlussfolgerung kommt, dass mit einer Spannungsregulierung mit Synkronkompensatoren die wirtschaftlichste Energieübertragung ermöglicht wird. Wir brauchen zwar nicht so weit zu gehen, um solche Anlagen zu sehen, denn auch in Europa sind eine grössere Anzahl solcher im Betrieb. Ein grosses Ueberlandwerk in Deutschland sah sich sogar gezwungen, bei Nacht für den Blindstrombezug besonders günstige Bedingungen zu gewähren, um die Kompensatoren im untererregten Arbeitsgebiet zu entlasten.

Die Wirtschaftlichkeit bei der Spannungsregulierung könnte dadurch verbessert werden, dass das Spannungsgefälle nicht absolut fest gehalten, sondern mit abnehmendem Leistungsfaktor verkleinert würde, so dass damit die induktive Stromkomponente, die zur Erreichung des reduzierten Spannungsgefälles notwendig ist, verkleinert wird.

Ganz automatisch geschieht dies bei Verwendung von statischen Spannungsschnellreglern der A.-G. Brown, Boveri & Co. Durch eine Kompensation des Schnellreglers mit dem Strom in der Phase R wird, wie in Fig. 3 ersichtlich ist, erreicht, dass die Spannung mit abnehmendem $\cos\varphi$ auch abnimmt, somit das Spannungsgefälle vom Kraftwerk zu den Hauptverteilpunkten reduziert und damit die induktive Kompensatorleistung verkleinert wird. Eine ideale Spannungsregu-

lierung würde demnach so aussehen, dass die einzelnen Hauptverteilpunkte die Spannung konstant halten, unabhängig von der Belastung und dem Leistungsfaktor, was z. B. automatisch mit astatischen Schnellreglern ohne weiteres erreicht wird, während die Energie liefernden Kraftwerke in der Spannungshaltung elastisch wären und automatisch die Kompensationseinrichtung entlasten würden.

Für eine Kompensationseinrichtung zum Zwecke der Spannungsregulierung kommen in der Regel grössere Leistungen in Betracht, somit auch Maschinen grösserer Leistung und mit günstiger Reguliermöglichkeit, wofür sich in erster Linie Synchronkompensatoren und eventuell Asynchronkompensatoren eignen.

I. Synchronkompensatoren.

1. Aufbau. Im mechanischen Aufbau unterscheidet sich ein Synchronkompensator sehr wenig von einem Synchrongenerator resp. Motor; ich möchte deshalb nicht näher auf konstruktive Einzelheiten eintreten. Die Tourenzahl ist in der Regel frei wählbar, so dass jeweils die für die Maschine günstigsten Verhältnisse gewählt werden können.

2. Anlauf. Das Anlassen der Kompensatoren kann je nach den Verhältnissen verschieden gewählt werden.

a) Asynchroner Anlauf. Jeder Synchronkompensator läuft mit reduzierter Spannung asynchron an, und zwar sowohl mit wie auch ohne Dämpferwicklung

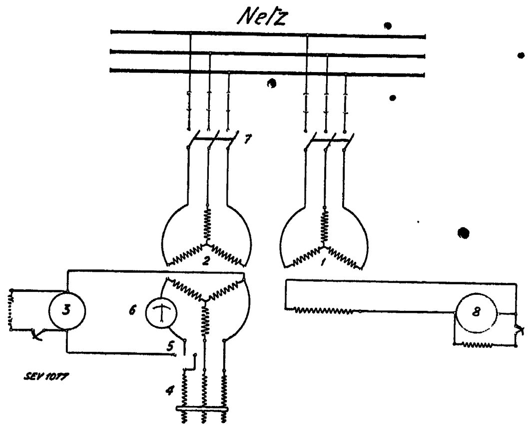


Fig. 5.
Schema für das Anlassen eines Synchronkompensators mit einem Synchron-Induktionsmotor.

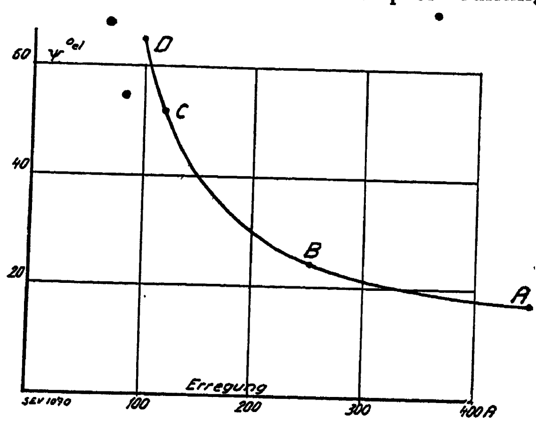


Fig. 6.
A Maximale Erregung
B Mittlere Erregung
C Zum Synchronisieren minimal erforderliche Erregung
D Fällt ausser Tritt bei erregtem Kompensator.

und kann als Reaktionsmaschine sogar ohne Gleichstromerregung in Synchronismus kommen. Bei einer Anlasspannung von 30—35 % nimmt der Kompensator bis max. 100 % des Normalstromes aus dem Netz auf. Die Anlasschaltung wird zweckmässig gemäss Fig. 4 gewählt. Mit Hilfe eines Stufenschalters wird dem Kompensator zuerst eine reduzierte Spannung zugeschaltet. Nach Erreichen der vollen Drehzahl wird die Gleichstromerregung auf das Polrad gegeben und bis zu dem bestimmten Punkte erregt, der ein stossfreies Umschalten auf volle Spannung erlaubt. Stossfrei kann dann umgeschaltet werden, wenn sofort nach der Umschaltung die Polradachse mit dem Spannungsvektor des Netzes übereinstimmt. Die Polradachse ist identisch mit dem EMK-Vektor, welcher nun vor der Umschaltung mit Hilfe der Erregung durch Veränderung der Richtung des Spannungsabfalles so gedreht werden kann, dass der erwünschte Zustand im Moment nach der Umschaltung erreicht wird. Diese Umschaltung wird mit dem Stufenschalter unterbrechungslos ausgeführt. Die Festlegung der Erregung, bei welcher die Umschaltung stossfrei erfolgen kann, wird zweckmässig im Versuchslokal vorgenommen. Der ganze Anlassvorgang dauert

je nach der Grösse der Maschine ca. 30 bis 60 Sekunden. Während diese Anlassmethode für kleinere und mittlere Maschinen absolut zweckmässig ist, werden grosse Maschinen durch den Einschaltstrom doch ziemlich beansprucht, so dass es sich empfiehlt, eine Anlassmethode mit Anwurfsmotor zu verwenden.

b) Anlauf mit Hilfsmotor. Bei dieser Art des Anlassens wird der Kompensator mit einem Hilfsmotor, der so dimensioniert sein muss, dass er den Kompensator losbrechen und hernach beschleunigen kann, auf Tourenzahl gebracht.

Als Anwurfsmotor kann entweder ein gewöhnlicher Asynchronmotor mit nächst kleinerer Polzahl als der Synchronkompensator verwendet werden, oder aber ein Synchron-Induktionsmotor mit gleicher Polzahl.

Bei der Verwendung eines Asynchronmotors muss in den Rotorkreis ein ziemlich grosser Regulierwiderstand gelegt werden, mit Hilfe dessen die Tourenzahl des Motors so reguliert werden kann, dass ein Synchronisieren des Kompensators nach erfolgter Erregung mit dem Netz möglich ist.

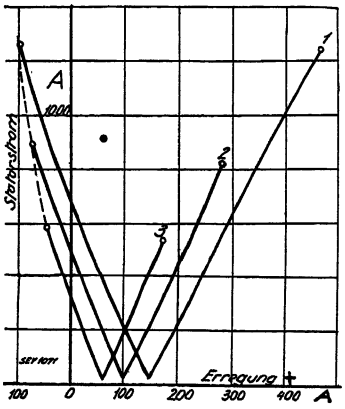


Fig. 7.
Leerlauf-V-Kurven von Synchronmaschinen.

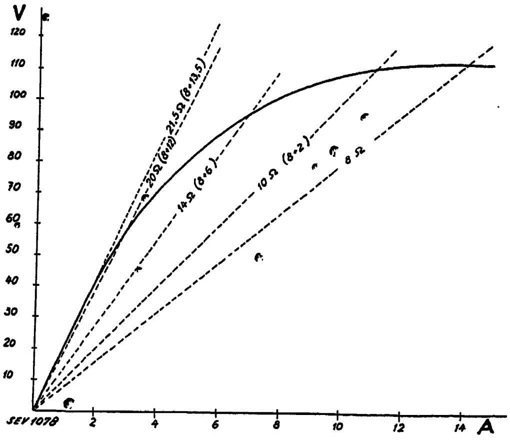


Fig. 8.
Leerlaufcharakteristik einer Erregermaschine.

Um die Synchronisierung umgehen zu können, wird zum Anlassen zweckmässig ein Synchron-Induktionsmotor verwendet, gemäss Schema Fig. 5. Der Rotor desselben wird relativ zum Spannungsvektor des Netzes auf die Welle des Kompensators so aufgekeilt, dass die Polradachse resp. der EMK-Vektor des Synchronkompensators nach erfolgter Synchronisierung des Anwurfsmotors mit dem Netzvektor übereinstimmt, so dass der Statorschalter ohne weiteres eingelegt werden kann. Der ganze Anlassvorgang besteht nur darin, den Schalter 7 des Anwurfsmotors zu schliessen, den Rotoranlasser 4 zurück zu regulieren und bei einem bestimmten Ausschlag des Rotor-Ampèremeters 6 den Umschalter 5 zu schliessen.

Falls die rechnerisch ermittelte Aufkeilung des Synchron-Induktionsmotors nicht ganz stimmen sollte, so kann auf dem Versuchsstand durch Veränderung der Erregung der EMK-Vektor des Synchron-Induktionsmotors in einem bestimmten Bereich verändert werden, wie es auf Fig. 6 zu ersehen ist, um damit genaue Uebereinstimmung zwischen Polradachse und Netzvektor des Synchronkompensators zu erreichen. Dadurch hat man die Gewähr, dass der Statorschalter der Hauptmaschine ohne vorherige Kontrolle geschlossen werden darf, ohne dass ein Stromstoss entsteht. Diese Anlassmethode ist wohl in jeder Beziehung die zweckmässigste, indem sie an das Personal absolut keine Anforderungen stellt und die Maschinen in keiner Weise beansprucht.

Es gibt noch andere Lösungen, Synchronkompensatoren in Betrieb zu setzen, wie beispielsweise bei Aufstellung mehrerer Kompensatoren in ein und derselben

Anlage die Anwendung einer speziellen Hochfahrgruppe. Auch sind Lösungen bekannt, die den Anwurfsmotor in Serie schalten mit der Statorwicklung des Kompensators, und zwar mit und ohne Zwischenschaltung eines Transformators. Es sind diese Anordnungen jedoch als Einzelfälle zu betrachten und haben in der Praxis bis jetzt keine grosse Bedeutung erlangt.

3. Betrieb der Synchronkompensatoren. Wenn die Maschine angelassen ist, so arbeitet sie wie ein Synchronmotor, jedoch nur auf einer V-Kurve, der Leerlauf-V-Kurve, gemäss Fig. 7. Der Uebergang des Arbeitsbereiches eines Kompensators von einer V-Kurve auf die andere geschieht automatisch beim Uebergang von einer Spannung auf eine andere, und zwar im Sinne der Verschiebung nach links bei einer Spannungssenkung und umgekehrt. Da jedoch in der Regel die Spannungsänderungen klein sind, resp. durch die Spannungsregulierung mit dem Kompensator selbst auf ein Minimum reduziert wird, ist eine translatorische Verschiebung der V-Kurve nur verschwindend klein, so dass praktisch für die Beurteilung der Arbeitsweise eines Synchronkompensators nur eine Kurve in Betracht kommt.

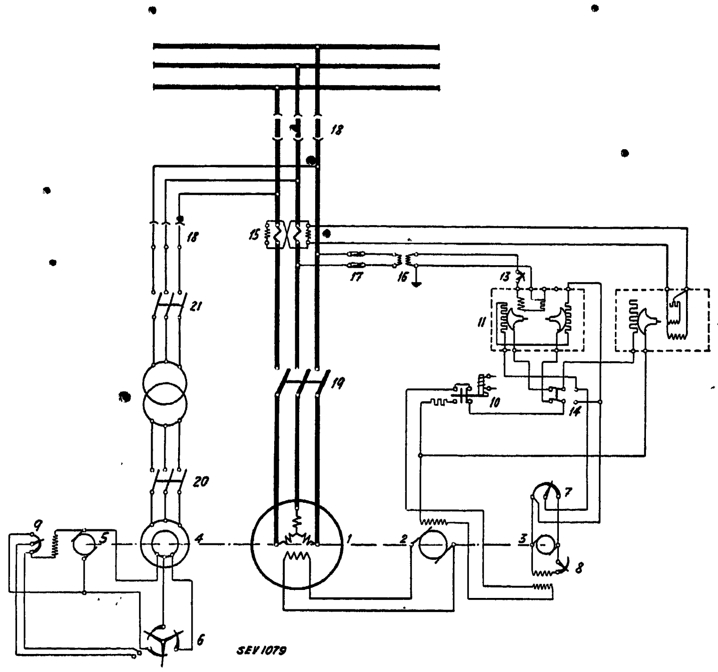


Fig. 9.
Schema eines Synchronkompensators mit kompoundiertem Hilfserreger.

Je nach dem Verwendungszweck der Maschine und je nach den Netzverhältnissen (Netze mit grossem oder kleinem kapazitiven Ladestrom) muss die Maschine mit mehr oder weniger Untererregung, d. h. Blindstrombezug aus dem Netz, arbeiten. Wie aus den V-Kurven zu ersehen ist, kann der Synchronkompensator ohne Schwierigkeit bis auf Erregung 0 arbeiten, ja noch sogar darüber hinaus bis der Kippunkt erreicht ist, d. h. bis die Maschine ausser Tritt fällt.

Anders sind die Verhältnisse bei der Gleichstrom-Erregermaschine, die bekanntlich dann labil wird, wenn die Widerstandsgeraden keinen eindeutigen Schnittpunkt mit der Leerlaufcharakteristik ergeben (siehe Fig. 8). Will man dagegen bis auf Erregung 0 zurückgehen, so muss die Erregermaschine fremd erregt werden. Die Regulierung von Synchronkompensatoren bedingt meistens einen sehr grossen Regulierbereich, nämlich von Erregung 0, was ca. 50 – 60 % der Vollast induktiv entspricht, bis zur Vollast kapazitiv. Um diese grosse Regulierarbeit dennoch mit normalen Schnellreglern bewältigen zu können, wurde von Brown, Boveri & Cie., eine entsprechende Schaltung entwickelt, die in Fig. 9 dargestellt ist.

Wie man erkennt, ist die Erregermaschine nicht mit einer Nebenschluss-, sondern mit einer Kompoundmaschine fremd erregt, wodurch sich die Regulierarbeit für den Schnellregler beträchtlich reduziert. Man wird vielleicht Bedenken haben können, dass durch diese Schaltung resp. speziell durch die Verwendung einer Kompoundmaschine die Zeitkonstante erhöht und damit die Reguliergeschwindigkeit

wesentlich verlängert wird. Wie jedoch Versuche gezeigt haben, trifft dies absolut nicht zu, was sich auch aus der Ueberlegung ergibt, dass die Zeitkonstante des Polrades des Synchronkompensators diejenige der kleinen Erregermaschinen um ein Vielfaches übersteigt.

Mit Hilfe eines Spannungsreglers, dessen Widerstand als Potentiometer zwischen positiven und negativen Pol des Hilfserregers geschaltet ist, kann nun in einfacher Weise die Erregung so beeinflusst werden, dass am Anschlusspunkt des Kompensators die Spannung auf einem konstanten Wert gehalten werden kann. Die Regulierung ist ganz automatisch, bedarf keinerlei Wartung, analog derjenigen bei Generatoren.

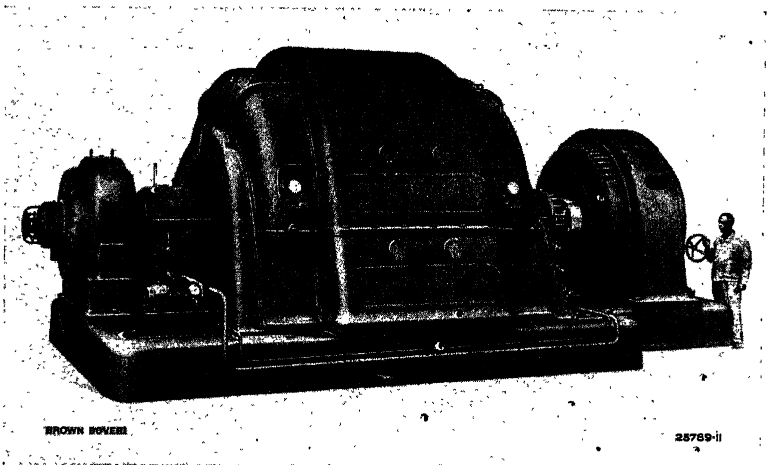


Fig. 10.
Synchronkompensator für 30 000 kVA.

Man hört mitunter auch die Bedenken, dass Synchronkompensatoren leicht ausser Tritt fallen können, d. h. nicht stabil sind bei evtl. auftretenden Frequenz- und Spannungsschwankungen. Wie den V-Kurven (Fig. 7) entnommen werden kann, tritt jedoch die Kippgrenze erst bei einer negativen Erregung auf; es ist mir auch kein Fall bekannt, wo Synchronkompensatoren hinsichtlich Stabilität irgendwelche Schwierigkeiten verursacht haben.

Fig. 10 zeigt einen Synchronkompensator von 30 000 kVA mit Anwurfsmotor, Erreger und kompoundiertem Hilfserreger. Der kleine Motor, der beim linken Lager ersichtlich ist, treibt eine kleine Zahnradpumpe an, mit welcher Drucköl unter die Welle gegeben wird, um das Losbrechen beim Anlauf zu erleichtern.

II. Asynchronkompensatoren.

In neuerer Zeit ist in der Literatur öfters über die Asynchronkompensatoren berichtet worden, die im Prinzip die gleiche Aufgabe übernehmen wie die Synchronkompensatoren. Da diese Maschinen weniger bekannt sind, möchte ich auf deren Aufbau und Wirkungsweise kurz eintreten.

Es sei zunächst erläutert, weshalb man trotz den langjährigen guten Resultaten mit Synchronmaschinen auf den Gedanken kam, für den gleichen Zweck andere Maschinen zu bauen. Es gibt heute Anlagen, in welchen durch den Zusammenschluss mit anderen Kraftwerken die Oelschalter, Stromwandler und Trenner, sowie auch die Sammelschienen und in einzelnen Fällen sogar die Transformatoren bei Kurzschluss bis an die Grenze ihrer mechanischen Festigkeit beansprucht werden. Synchronkompensatoren liefern bei Kurzschluss, wie ein Generator, einen Kurzschlusstrom. Bei solchen Anlagen, die bereits voll beansprucht sind, ist es von grösstem Interesse, durch die Aufstellung von notwendigen Kompensatoren den Kurzschlusstrom nur um ein Minimum zu vergrössern. Eine Synchronmaschine ergibt einen relativ hohen Stosskurzschlusstrom, weil zu deren Begrenzung zum grössten Teil nur die Statorstreuung in Betracht kommt, da der Rotor, der zum Teil aus massivem Material besteht, durch die entstehende Wirbelstrombildung einer Verlagerung des magnetischen Flusses, wie er für die Bildung des Stosskurzschluss-

stromes notwendig ist, einen starken Widerstand entgegenstellt. In gleicher Weise wirken auch eventuell vorhandene Dämpferwicklungen, d. h. auch sie wirken im Sinne des Festhaltens des magnetischen Flusses. In dieser Beziehung haben die Asynchronmaschinen einen günstigeren Aufbau, indem die Streuung im Rotor zur Begrenzung des Stosskurzschlusstromes mitwirken kann, und da ferner die Rotoren aus Dynamoblech bestehen, erlauben sie leichter eine rasche Verlagerung des magnetischen Flusses. Während die Verhältnisse für die Berechnung des Stosskurzschlusstromes quantitativ nicht ganz eindeutig erfasst werden können, steht doch fest, dass der Dauerkurzschlusstrom bei den Synchronmaschinen, bedingt durch die Gleichstromerregung, immer einen positiven Wert hat, während er bei der Asynchronmaschine durch den Wegfall der Erregung bei Kurzschluss zu Null wird.

Der Asynchronkompensator kann ohne Aenderung in der Dimensionierung mit gleich viel Leistung induktiv und kapazitiv belastet werden. Wie weit dies ausgenützt werden darf und auch wirtschaftlich Vorteile bietet, hängt zur Hauptsache mit den Netzverhältnissen zusammen und zwar hauptsächlich mit der Grösse des Ladestromes der Uebertragungsanlage.

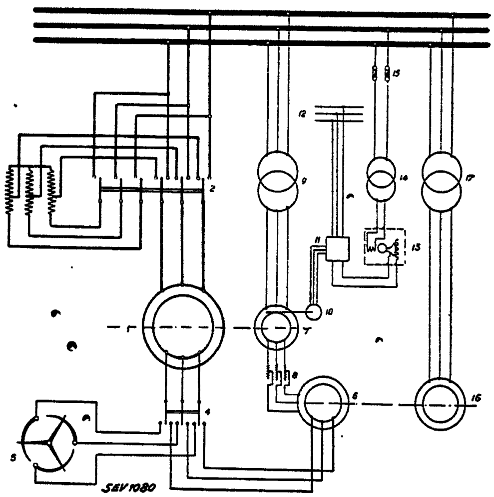


Fig. 11.
Schema eines Asynchron-Phasenkompensators.

1. Aufbau. Der mechanische Aufbau eines Asynchronkompensators ist im wesentlichen gleich demjenigen eines gewöhnlichen Asynchronmotors. An die Schleifringe desselben wird irgend eine Kompensationseinrichtung angeschlossen. Nach der Bauart Brown, Boveri & Cie. besteht diese aus einem Kompensator, System Scherbius, welcher über einen Frequenzumformer gespeist wird, gemäss Schema Fig. 11. Während der Frequenzwandler an die starre Kupplung mit dem Hauptmotor gebunden ist, kann die Scherbiusmaschine, je nach den Verhältnissen, ebenfalls mit dem Motor gekuppelt werden, oder wenn eine andere Tourenzahl vorteilhafter ist, auch einzeln angetrieben werden.

2. Anlauf. Der Anlauf des Asynchronkompensators geschieht im Prinzip wie der eines gewöhnlichen Asynchronmotors mit Hilfe eines Rotorwiderstandes. Nach erreichter Tourenzahl wird der Rotorschalter auf den bereits sich im Betrieb befindlichen Scherbiuskompensator umgelegt. Um starke Stromstösse zu vermeiden, darf im Moment der Umschaltung der Phasenkompensator nicht voll erregt sein, weshalb in den Stromkreis zwischen Frequenzumformer und Phasenkompensator ein Widerstand 8 gelegt ist, der nach erfolgter Zuschaltung des Kompensators stufenweise ausgeschaltet wird, bis die volle Erregung erreicht ist. Erst dann kann die Regulierung der Blindleistung beginnen.

Die beschriebene Anlassmethode ist ohne weiteres zulässig bei kleinen und mittleren Maschinen. Bei grossen Maschinen hat sich dagegen das Bedürfnis geltend gemacht, die Rotorspannung höher zu wählen, um für den Kollektor des Phasenkompensators einen kleineren Strom zu bekommen. Damit wird aber auch die Rotorstillstandsspannung erhöht. Um aber nicht unnütze Isolation in den Rotor hineinbringen zu müssen, wurde ein Anlasstransformator vorgesehen, der dem Asynchronkompensator während der Anlassperiode eine reduzierte Spannung zuführt, womit auch die Stillstandsspannung reduziert wird. Bei erreichter Tourenzahl kann dann der Kompensator auf volle Spannung umgelegt werden und der weitere Anlassvorgang ist mit dem beschriebenen identisch.

3. Betrieb. Die Veränderung der Blindleistung wird durch eine Verdrehung der Erregerspannung bewirkt, was durch eine einfache Verschiebung einer Bürstenbrücke des Frequenzumformers erreicht wird. Bei einer Verdrehung der Erregerspannung um 180 $^{0 \text{el.}}$ ändert sich die Leistung des Kompensators von Vollast-induktiv bis Vollast kapazitiv. Diese Regulierung bedingt eine kleine Veränderung der Tourenzahl der Asynchronmaschine, welche jedoch absolut belanglos ist.

Es gibt noch andere Methoden, die Blindleistung der Asynchronmaschine zu regulieren, auf die einzutreten hier zu weit führen würde.

Hinsichtlich Stabilität ist die Asynchronmaschine sehr günstig, da sie in jedem Betriebszustand ihren Asynchroncharakter beibehält, so dass weder bei Frequenzschwankungen noch bei Spannungsschwankungen Befürchtungen für das Aussertrittfallen begründet wären.

Soll mit dem Asynchronkompensator eine Spannungsregulierung ausgeführt werden, so wirkt, wie dies im Schema zu ersehen ist, ein Schnellregler auf einen Drehmagnet und dieser seinerseits auf einen kleinen Motor, der die Bürstenverstellung am Frequenzumformer besorgt. Die Verluste eines Asynchronkompensators resp. dessen Wirkungsgrad ist inkl. Regulierung, wie angestellte Vergleiche ergeben haben – entgegen tendenziösen Angaben, die in der Literatur zu finden sind – angenähert gleich demjenigen der Synchronkompensatoren, so dass in dieser Beziehung weder für das eine noch für das andere System nennenswerte Vorteile vorhanden sind. Fig. 12 zeigt einen ausgeführten Asynchronkompensator von 10 000 kVA auf dem Versuchsstand. Man erkennt darauf auch den starr gekuppelten Frequenzumformer mit der Bürstenverstellung. Der Phasenkompensator resp. die Scherbiusmaschine ist bei dieser Ausführung von einem separaten Motor angetrieben und auf dem Bilde nicht zu sehen.

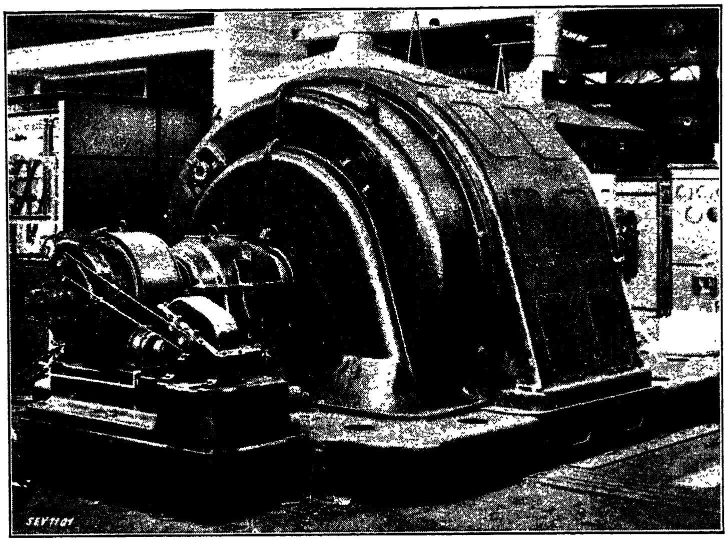


Fig. 12.
Asynchron-Phasenkompensator für 10000 kVA.

Da das Anlassmanöver nur in der bereits beschriebenen Reihenfolge ausgeführt werden darf und dadurch einige Anforderungen an die Bedienung stellen würde, wurde dasselbe im vorliegenden Falle ganz automatisch vorgesehen, so dass die Betätigung eines einzigen Kontaktgebers genügt, um die Gruppe inkl. Regulierung in Betrieb zu setzen, was auch die Gewähr gibt, dass keine falschen Schaltmanöver gemacht werden können.

Die konstruktive Ausführung des Rotors ist identisch mit dem Rotor eines Asynchronmotors. Die etwas hohe Strombelastung der Schleifringe hat zur besseren Kühlung derselben zu einer Spezialausführung geführt. Der in Fig. 12 gezeigte Asynchronkompensator ist seit einiger Zeit in anstandslosem Betrieb.

Ich möchte hier weiter nicht auf die Vor- und Nachteile der beiden Maschinentypen (Asynchron- und Synchronkompensatoren) eintreten, da eine technische und wirtschaftliche Beurteilung hauptsächlich nur in engem Zusammenhang mit den

Netzverhältnissen und Bedienungsverhältnissen möglich ist. Ich habe eine kurze Skizze der charakteristischen Merkmale des mechanischen Aufbaues des Anlaufes und des Betriebes beider Maschinentypen gegeben, die immerhin in konkreten Fällen und bei Kenntnis der Betriebsbedingungen erlauben zu beurteilen, welche der beiden Lösungen sich als zweckmässiger erweisen wird.

Der Vollständigkeit halber seien auch noch kurz die leerlaufenden Synchron-Induktionsmotoren genannt, die auch noch für die Grosskompensation verwendet werden können. Diese werden asynchron mit einem Rotorwiderstand angelassen und nach Erreichen der Tourenzahl wird die Gleichstromerregung zugeschaltet, so dass sich die Maschine nachher analog verhält wie ein Synchronkompensator. Diese Lösung erscheint auf den ersten Blick bestechend, indem sie die einfache Anlassmethode der Asynchronmaschine mit der leichten Regulierung der Synchronmaschine verbindet. Leider aber besitzt diese Lösung nicht nur die Vorteile der beiden Typen, sondern auch Nachteile. Wird die Stillstandsspannung auf ihrem normalen Wert belassen, so ergeben sich sehr grosse Rotorströme und erschweren beträchtlich die Reguliermöglichkeit, so dass man sich zu deren Behebung besonderer Anlasswicklungen bedienen muss, welche die Konstruktion wesentlich komplizieren. Auch haben die Synchron-Induktionsmotoren ein kleineres Kippmoment als Synchronmaschinen. Den asynchronen Charakter nehmen sie nur an, wenn bei Ueberschreiten des Kippmomentes die Erregung geöffnet wird, sonst pendeln sie mit grossen Stromstössen.

Wie man sieht, sind die Vorteile zum grossen Teil nur scheinbar, es ist dies auch der Grund, weshalb sie bis heute für Grosskompensation mit notwendiger Reguliermöglichkeit die Synchronkompensatoren nicht zu verdrängen vermochten.

B. Klein-Kompensation.

Mit der Kompensation der grossen Uebertragungsleitung und entsprechender Regulierung mit Bevorzugung der Spannungsregulierung ist jedoch das $\cos\varphi$-Problem noch nicht gelöst. Es bestehen heute noch eine grosse Zahl von Verteilanlagen der Mittel- und Niederspannung in Städten und Fabrikanlagen, deren grösste Sorgen heute noch die Folgen eines schlechten Leistungsfaktors sind, die sich hauptsächlich durch überlastete Transformatoren und Leitungen und damit stark erhöhte Uebertragungsverluste äussern. Die Tendenz, auf diesem Gebiete eine Verbesserung anzustreben, ist in den in den Stromlieferungsverträgen in irgend einer Form aufgenommenen $\cos\varphi$-Klauseln zu erkennen. Ich möchte hier nicht auf die Mannigfaltigkeit der verschiedenen $\cos\varphi$-Tarife eintreten. Sicher ist, dass sie alle anstreben, den Strombezüger in berechtigter Weise für eine eigene Blindstromlieferung resp. für die Reduktion derselben aus dem Bezugsnetz finanziell in irgend einer Form zu interessieren.

Wie bereits erwähnt, kann der Abonnent den $\cos\varphi$-Tarif befriedigen, indem er:

1. den für seine Anlage notwendigen Blindstrom selbst erzeugt, oder:
2. seine Verbrauchseinrichtungen so ändert, dass sich der Blindstrombezug aus dem Netz reduziert.

Im ersten Fall handelt es sich um die sog. Zentralkompensation, im zweiten um die verteilte Kompensation.

Welche der beiden Methoden die zweckmässigere ist, hängt sehr mit den Netzverhältnissen und der Art der Verbraucher zusammen und muss von Fall zu Fall untersucht werden. Es sollen an dieser Stelle nur die hauptsächlichsten Mittel angegeben werden, die heute für diesen Zweck auf dem Markte sind.

I. Zentral-Kompensation.

Wird an einem oder mehreren Schwerpunkten der Verteilung die Kompensation durchgeführt, so werden dort Einrichtungen aufgestellt, die nur den Zweck haben, Blindstrom zu liefern. Hierfür eignen sich bis zu Grössen von einigen

100 kVA Synchron-Induktionsmotoren, indem sie in einfacher Weise angelassen werden können und für die Erregung noch keinen für die Regulierung zu grossen Strom benötigen.

Natürlich können auch ohne weiteres Synchron-Kompensatoren verwendet werden, die jedoch für diese Grösse in der Regel eher etwas teurer sind. Um die Anlassapparatur der Synchron-Kondensatoren solcher Grösse zu vereinfachen, können dieselben direkt über eine entsprechend dimensionierte Drosselspule ans Netz angelegt werden, indem diese dann nach erreichter Tourenzahl einfach überbrückt wird. Die Blindstromerzeugung wird mit der Erregung je nach dem Stromlieferungsvertrag entweder auf einen konstanten Wert oder auch auf einen konstanten cos φ eingestellt. Die erste Art der Regulierung wird durch eine feste Einstellung am Magnetregulator erreicht, die Regulierung auf konstanten cos φ mit einem cos φ-Regler, der von Strom- und Spannungswandler vom Netz aus gesteuert wird.

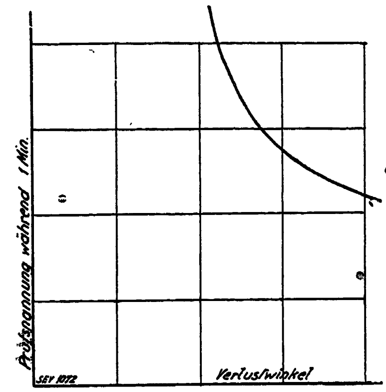


Fig. 13.
Abhängigkeit der Prüfspannung von den dielektrischen Verlusten.

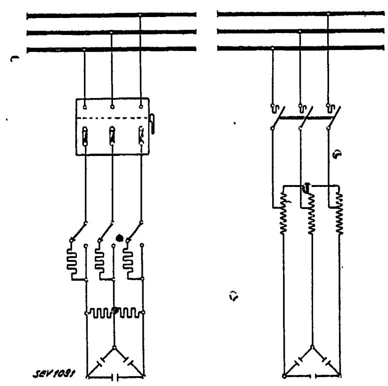


Fig. 14.
Schema für den Anschluss von statischen Kondensatoren mit und ohne Autotransformator.

In neuerer Zeit ist die Verwendung von statischen Kondensatoren aus wirtschaftlich berechtigten Gründen sehr in den Vordergrund getreten. Elektrisch gesprochen ist die Verwendung derselben nichts anderes als eine Parallelschaltung einer bestimmten Kapazität zu den verschiedenen Verbrauchern. Im mechanischen Aufbau sind die Kondensatoren sehr einfach. Um die notwendige Kapazität bei Betriebsfrequenz zu erreichen, werden bei den mir im Detail bekannten Ausführungen Rollen aus Spezialpapier mit zwei Metallbelägen gewickelt. Die beiden Beläge werden zwischen die verkettete Spannung geschaltet. Je nach der damit erreichten Kapazität wird vom Kondensator somit ein kapazitiver Strom aus dem Netz aufgenommen, der sich geometrisch zum induktiven Belastungsstrom addiert und damit die gewünschte Phasenverbesserung zur Folge hat. Speziell wichtig ist die Verwendung einer besonderen Papierqualität sowie die sehr sorgfältige Ausführung des Anschlusses an die Beläge zur Vermeidung lokaler Erwärmungen. Die gewickelten Rollen werden unter Vacuum entlüftet und mit Oel bester Qualität imprägniert und nachher die einzelnen Rollen je nach der gewünschten Kapazität parallel geschaltet und in einem Eisenkasten eingebaut und luftdicht mit einem Blechdeckel mit zwei Durchführungen abgeschlossen und verlötet. Damit ist die beste Gewähr für dauernde Haltbarkeit geleistet.

Grösste Aufmerksamkeit muss auch der Prüfung der Kondensatoren geschenkt werden und darunter speziell der Messung der dielektrischen Verluste, da diese die Erwärmung der Kondensatoren bestimmen und damit deren Lebensdauer. Ein Kondensator, der zu grosse Verluste hat und damit eine zu grosse Erwärmung aufweist, wird mit grösster Wahrscheinlichkeit bereits zu Anfang des Betriebes

defekt. Interessant ist in dieser Beziehung auch die Kurve Fig. 13, die die Durchschlagsspannung in Abhängigkeit des Verlustwinkels angibt. Wie man erkennt, nimmt die Durchschlagsfestigkeit mit zunehmendem Verlustwinkel sehr rasch ab; man sieht daraus auch, wie wichtig die eben genannte Verlustmessung für die Qualitätsprüfung eines Kondensators ist. Neben dieser Prüfung sind die Kondensatoren auch einer erhöhten Betriebsspannung mit Wechselstrom auszusetzen. Es ist jedoch sehr ratsam, die Anforderung in dieser Beziehung nicht zu hoch zu stellen, da bekanntlich der Kapazitätsstrom proportional mit der Spannung wächst, die Leistung also mit dem Quadrat derselben, so dass dadurch leicht zu grosse Erwärmungen entstehen, die dem Kondensator schaden können; dagegen sollen die Kondensatoren zur Kontrolle der Durchschlagsfestigkeit einer Prüfung mit angemessener Gleichspannung unterzogen werden.

Der Anschluss an das Netz geschieht am zweckmässigsten nach einer Schaltung gemäss Fig. 14. Um Stromstösse auf das Netz zu vermeiden, werden kleine Vorschaltwiderstände verwendet, und um dem Kondensator nach erfolgter Abschaltung Gelegenheit zur Entladung zu geben, werden Entladewiderstände eingebaut. Ohne diese würden die Kondensatoren nach der Abschaltung ihre Ladung behalten und sich bei eventl. Berührung der Klemmen über dem Körper entladen, was sehr gefährliche Folgen haben könnte.

Ist eine Regulierung der Blindleistung notwendig, so kann dies durch Zu- und Abschaltung von einzelnen Elementen geschehen. Eine kontinuierliche Regulierung wie z. B. bei Synchron-Kompensatoren lässt sich nicht mit einfachen Mitteln erreichen.

Der Grund, warum die statischen Kondensatoren so an Interesse gewonnen haben, ist der, dass sie eine bedeutend bessere Wirtschaftlichkeit ergeben als irgend eine andere Methode mit rotierenden Maschinen, weil ihre Verluste nur ca. 0,5 % der angegebenen Blindleistung betragen. Die statischen Kondensatoren werden heute hauptsächlich für Nieder- und Mittel-Spannung gebaut. Da die Blindleistung mit dem Quadrat der Spannung wächst, sind die Kondensatoren höherer Spannung relativ billiger als solche niedrigerer Spannung. Andererseits ist der maximal zulässigen Betriebsspannung aus fabrikatorischen resp. Qualitätsgründen des Papiers eine Grenze gestellt, so dass für eine wirtschaftliche Ausführung heute mit den genannten Spannungsgrenzen von wenigen tausend Volt gerechnet werden kann. Ist die Betriebsspannung zu unwirtschaftlich (zu hoch oder zu nieder) für einen direkten Anschluss, so werden die Kondensatoren zweckmässig über Autotransformatoren ans Netz angelegt.

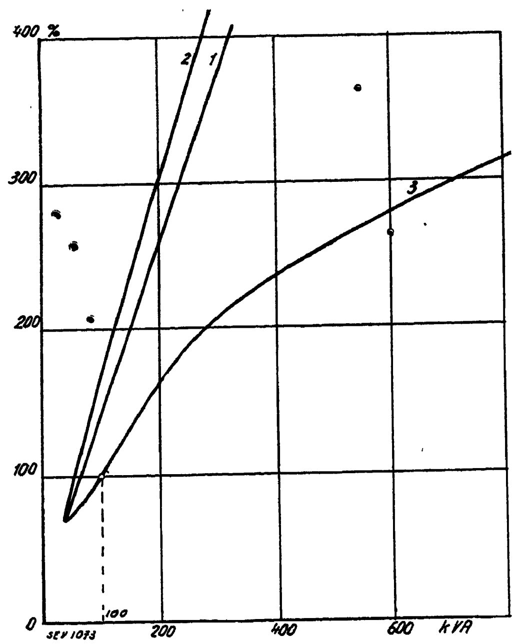


Fig. 15.
Relative Gestehungskosten von rotierenden Kompensatoren und statischen Kondensatoren.

Kurve 1 Kondensator-Batterie direkt angeschlossen.
Kurve 2 Kondensator-Batterie über Autotransformator angeschlossen.
Kurve 3 Synchron-Induktionsmotor.

Fig. 15 gibt eine approx. relative Zusammenstellung der Gestehungskosten von statischen Kondensatoren und rotierenden Kompensatoren für verschiedene Leistungen. Wie der Zusammenstellung entnommen werden kann, sind die Anschaffungskosten der statischen Kondensatoren heute noch bedeutend grösser und

trotzdem ergibt sich eine weit bessere Wirtschaftlichkeit, wie aus Fig. 16 entnommen werden kann. Es sind hier die relativen Betriebskosten von rotierenden Kompensatoren nach der Bauart der Synchron-Induktionsmotoren und der statischen

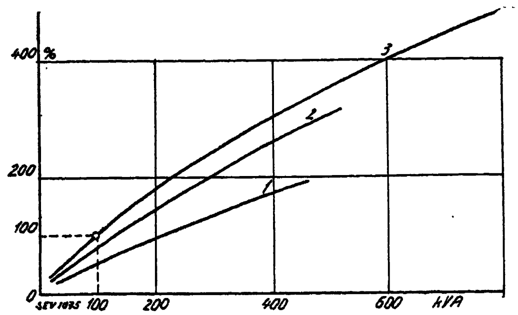


Fig. 16.
Betriebskosten von rotierenden Kompensatoren und statischen Kondensatoren bei einem kWh-Preis von 10 Rp.

Kurve 1 Kondensator-Batterie direkt angeschlossen.
Kurve 2 Kondensator-Batterie über Autotransformator angeschlossen.
Kurve 3 Synchron-Induktionsmotor.

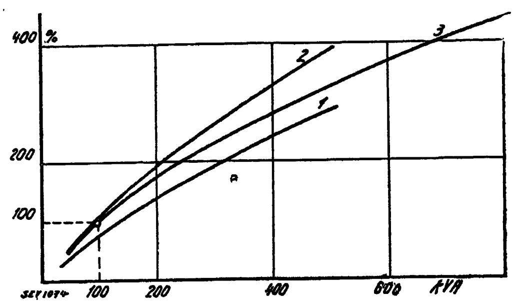


Fig. 17.
Betriebskosten von rotierenden Kompensatoren und statischen Kondensatoren, wie in Fig. 16, jedoch für einen kWh-Preis von 5 Rp.

Kurve 1 Kondensator-Batterie direkt angeschlossen.
Kurve 2 Kondensator-Batterie über Autotransformator angeschlossen.
Kurve 3 Synchron-Induktionsmotor.

Kondensatoren einander gegenüber gestellt mit den in Fig. 15 angegebenen Gestehungskosten und einer Amortisation und Verzinsung von 20 % mit einem kWh-Preis von 10 Cts. In Fig. 17 sind dieselben Vergleichskurven nochmals aufgetragen mit den gleichen Annahmen für die Gestehungskosten, Amortisation und Verzinsung, jedoch für einen kWh-Preis von 5 Cts. Fig. 18 zeigt die innere Ausführung, ich möchte sagen den aktiven Teil eines Mikafilkondensators, während Fig. 19 die fertig zusammengestellten Elemente widergibt. Diese werden dann zu mehreren je nach der Grösse der Batterie in einem passenden Eisengestell untergebracht, wie aus Fig. 20 hervorgeht.

II. Verteilte Kompensation.

Im Gegensatz zu der Zentralkompensation sieht die verteilte Kompensation, die Erzeugung des Blindstromes oder die Reduktion des Blindstrombezuges aus dem Netz bei jedem einzelnen Stromverbraucher vor.

Dies wurde seinerzeit in Erkenntnis, dass der grösste Anteil der $\cos\varphi$-Verschlechterung von den Induktionsmotoren stammt, dadurch zu erreichen versucht, die sog. kompensierten Motoren einzuführen, von welchen eine grössere Anzahl verschiedener Systeme auf den Markt kamen.

Mit welchem Preis und mit welcher Wirkungsgradverschlechterung, d. h. mit welcher Wirtschaftlichkeit mit diesen Motoren die $\cos\varphi$-Verbesserung erkauft wird, geht deutlich aus der bereits genannten Arbeit des Herrn Dir. Schiesser im Bulletin des S. E. V. 1924 hervor, so dass ich darauf nicht mehr eintreten will. Dagegen möchte ich zur Unterstreichung der obgenannten Angaben aus dem Jahrbuch der Verkehrs-Direktion 1927 der Berliner Städt. Elektrizitätswerke den folgenden Abschnitt erwähnen:

„In einem grösseren Industriehof wurden 28 Motoren von 1,5—30 kW, die von acht Firmen stammen, eingebaut und nach 16 Monaten Betriebszeit seitens der BEWAG untersucht. Hierbei wurde festgestellt, dass den meisten kompensierten Motoren noch eine Reihe von Mängeln anhaften, die die Betriebssicherheit bei nicht sehr sorgfältiger Behandlung herabsetzen und gleichzeitig auch bei einigen Typen zu einer erheblichen Verschlechterung der Kompensationswirkung beitragen. So wurde gemessen, dass etwa bei 50 % der Motoren der Leistungsfaktor schlechter als der Soll-Leistungsfaktor war, was auf Verschiebung der Bürstenbrücke, Verschmutzung der Kollektoren und ähnliches zurückzuführen ist. Besonders die klei-

neren Motortypen haben sich im Betriebe nicht gut bewährt, da die sehr gedrängte Bauart der kleinen Maschinen naturgemäss bei dem nicht ganz einfachen Aufbau eines kompensierten Motors die Betriebssicherheit herabsetzen muss."

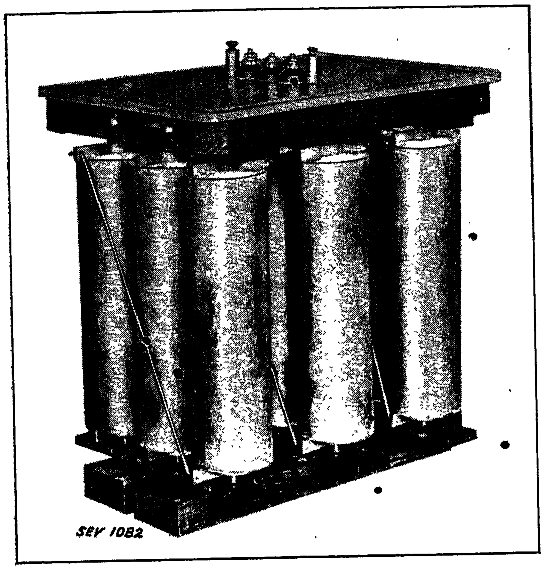


Fig. 18.
Ausführung eines Kondensators.

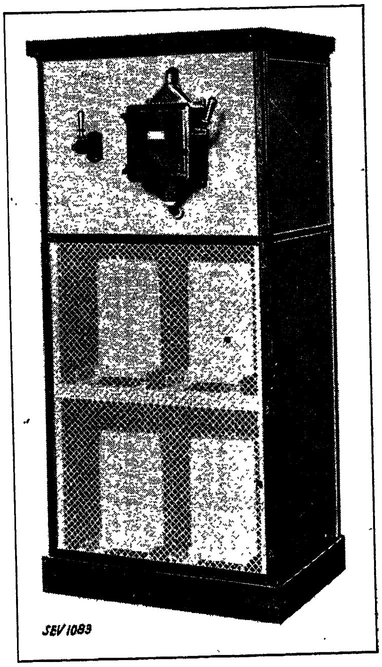


Fig. 20.
Zusammengebaute Kondensatorbatterie.

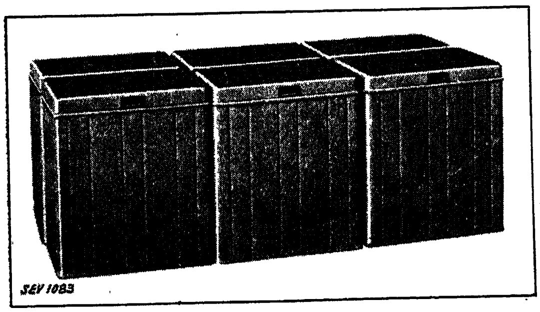


Fig. 19.
Fertig zusammengebautes Kondensatorelement.

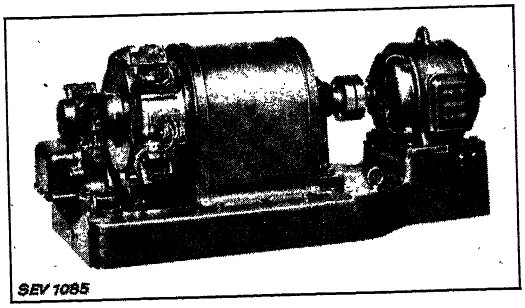


Fig. 21.
Statorloser Phasenkompensator.

Dagegen ist die Verwendung der Synchron-Induktionsmotoren in der letzten Zeit eher in den Vordergrund getreten. Sie können ohne weiteres mit $\cos\varphi = 1$ oder sogar übererregt mit voreilendem Leistungsfaktor arbeiten. Speziell zu empfehlen sind sie für ruhige Betriebe mit möglichst konstanter Belastung. Für Betriebe mit grossen Stossbelastungen sind sie wegen dem kleineren Kippmoment nicht besonders geeignet.

Die grosse Anzahl Induktionsmotoren, die heute im Betriebe sind, können natürlich aus wirtschaftlichen oder technischen Gründen nicht ohne weiteres ersetzt werden. Dagegen können einzelne von diesen eventuell mit einem Phasenkompensator versehen werden, womit der Motor auf $\cos\varphi = 1$ kompensiert werden kann und zugleich das Kippmoment erhöht wird.

Es gibt eine grössere Anzahl von Kompensatorsystemen. Ich möchte jedoch hier nur auf zwei prinzipiell verschiedene Typen eintreten:

1. Der statorlose Phasenkompensator. Die Magnetisierungsstromaufnahme aus dem Netz kann bei einem Induktionsmotor dadurch vermieden werden, dass derselbe im Rotor erzeugt wird. Damit der Strom im Rotor als Magnetisierungsstrom wirkt, muss er gegenüber dem Statorstrom eine Voreilung besitzen. Damit jedoch ein voreilender Strom im Rotor entsteht, muss in demselben eine entsprechende Spannung eingeführt werden, die vom Phasenkompensator geliefert werden muss. Er besitzt, wie Fig. 21 zeigt, keinen Stator, sondern nur einen Rotor mit einer Gleichstromwicklung. Diese ist zur Verringerung des magnetischen Widerstandes von einem lamellierten Eisenring umgeben. Speist man diesen Rotor von den Schleifringen des Hauptmotors aus über drei um 120$^{0\,el.}$ versetzte Bürsten mit Drehstrom, so entsteht im Anker ein Drehfeld, das mit der Frequenz des speisenden Stromes im Raum rotiert. Bei Stillstand wirkt die Wicklung des Kompensators wie eine Drosselspule. Mit zunehmender Drehzahl des Ankers im Sinne seines Drehfeldes nimmt die Spannung der Selbstinduktion beständig ab und erreicht beim Synchronismus den Wert Null und kehrt bei weiter zunehmender Tourenzahl ihr Vorzeichen um, so dass nunmehr die erzeugte Spannung dem erregenden Strom um 90° voreilt. Diese Spannung ist es nun, die im Rotor des Hauptmotors einen Strom erzeugt, der magnetisierend wirkt, so dass derselbe nicht mehr vom Netz bezogen werden muss. Der Antrieb kann beliebig entweder vom Hauptmotor aus, oder mit einem speziellen Antriebsmotor geschehen, wobei die Schaltung nach Fig. 22 ausgeführt wird. Die Leistung des Antriebsmotors ist sehr gering und beträgt ca. $^1/_2$ bis $^1/_3$ % des Hauptmotors. Ein Motor mit angeschlossenem Phasenkompensator arbeitet von Vollast bis ca. Halblast mit $\cos\varphi = 1$; von Halblast an nimmt die Kompensation langsam ab und erreicht bei Leerlauf des Motors den Wert Null, d. h. sie ist nicht mehr wirksam; der unbelastete Motor muss somit seinen Magnetisierungsstrom mit und ohne Kompensator aus dem Netz beziehen.

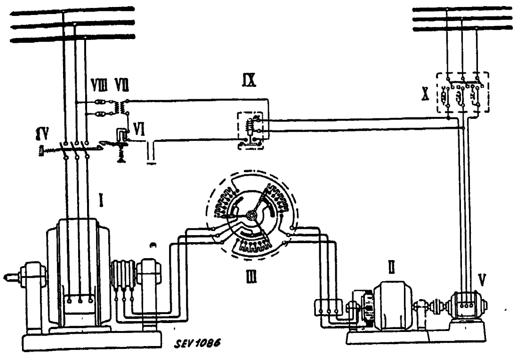


Fig. 22.
Schema für den Anschluss eines statorlosen Phasenkompensators.

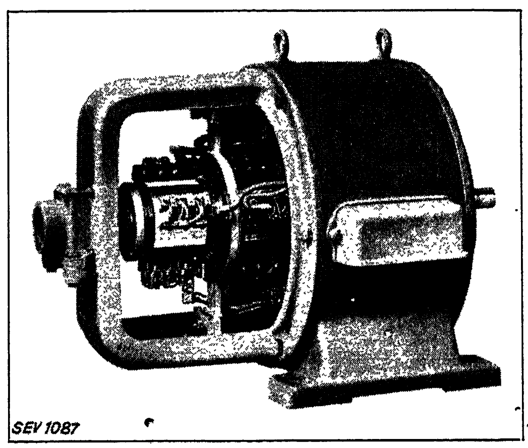


Fig. 23.
Nebenschluss-Phasenkompensator.

Wegen dieser Charakteristik eignet sich der statorlose Phasenkompensator am besten für Motoren, die möglichst dauernd mit konstanter Belastung arbeiten, wie dies z. B. bei Pumpenantrieb zutrifft.

2. Der Nebenschluss-Phasenkompensator. Es macht sich jedoch oft auch bei Motoren mit stark variabler Belastung das Bedürfnis geltend, ebenfalls volle Kompensation des Motors bei schwacher Belastung zu haben. Um diesem Wunsche gerecht zu werden, wurde von Brown, Boveri & Cie. der Nebenschluss-Phasenkompensa-

tor nach System Scherbius entwickelt. Wie aus Fig. 23 hervorgeht, besitzt dieser Kompensator sowohl einen Rotor wie einen Stator. Der Stator des Kompensators wird, wie auf dem Schaltungschema Fig. 24 zu ersehen ist, vom Rotor des Asynchronmotors erregt und der Kompensator liefert an seinen Rotorklemmen eine solche Spannung, dass sie im Rotor des Hauptmotors einen voreilenden Strom erzeugt, der magnetisierend wirkt. Ich möchte hier nicht weiter auf die Einzelheiten dieser Maschine eintreten, sondern für weitere Details auf die BBC-Mitteilungen, Heft 1, Jahrgang 1925, verweisen. Wichtig ist, dass mit dem Nebenschluss-Phasenkompensator der Motor auch überkompensiert werden kann, und zwar theoretisch bis zu einem beliebigen voreilenden Leistungsfaktor. Praktisch wird jedoch die zulässige Strombelastung im Rotor des Hauptmotors die Grenze der Kompensation festlegen.

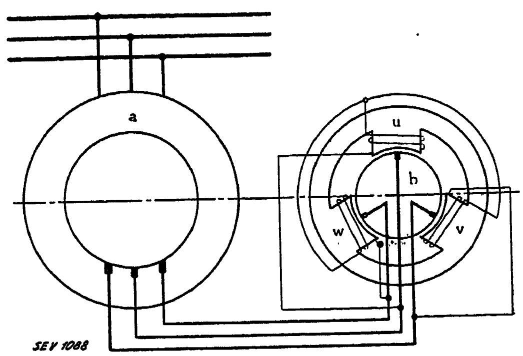


Fig. 24.
Schema eines Nebenschluss-Phasenkompensators.

Auch zur Einzelkompensation kommt heute der statische Kondensator ernstlich in Betracht, indem er direkt parallel zum Stator des Motors angeschlossen wird. Durch diese Schaltung kann natürlich der vom Motor verlangte Magnetisierungsstrom unabhängig von seiner Belastung durch den Kapazitätsstrom des Kondensators voll kompensiert werden.

Damit habe ich Ihnen eine kurze Skizze gegeben von den hauptsächlichsten Mitteln, die uns heute für die Phasenkompensation zur Verfügung stehen.

Ueber die Verwendung lassen sich nach meiner Ansicht nur ganz allgemeine Richtlinien festlegen. Jeder konkrete Fall muss dennoch auf seine technische und wirtschaftliche Zweckmässigkeit hin einzeln untersucht werden.

Literatur-Verzeichnis.

André Blondel. Calcul des lignes de transport de force à longue distance. „Lumière Electrique 1909".
Dr. Ing. B. Bauer. Ueber die Verwendung von Synchronmotoren zur Spannungsregulierung am Fernleitungsende. Bull. S.E.V. 1915, No. 5.
E. Schönholzer. Ueber eine moderne und praktische Berechnungsmethode sehr langer Hochspannungs-Fernleitungen mit Potentialregelung durch Synchronmotoren. STZ 1922, No. 6 bis 9.
Fr. Grieb. Der Synchronkompensator als Spannungsregler. BBC-Mittg. 1925, No. 1.
E. Schönholzer. Der leerlaufende Synchronmotor als wirtschaftlicher Spannungsregler von Drehstrom-Fernleitungen. Bull. S.E.V. 1926, No. 4.
Frank G. Baum. Transport de grande puissance électrique. Conférence internationale des grands Réseaux électriques à haute Tension. 1929, Rapport No. 98.
Dr. Ing. M. Schenkel. Ueber grosse Asynchron-Blindleistungsmaschinen. Elektrizitätswirtschaft 1926.
Dr. Ing. M. Schenkel. Blindleistungsmaschinen. ETZ, 1924, No. 45.
Diskussion dieses Artikels. ETZ, 1925, No. 8.
H. Hartz. Die eigenerregte Drehstrom-Erregermaschine und ihr Anwendungsgebiet. Siemens-Zeitschrift, Juli 1927.
Ing. H. Nissel. Blindstromkompensation bei Grossabnehmern. ETZ 1928, No. 10.
Dr. Ing. Seiz. Neue Schaltungen zur Phasenkompensation und Drehzahlregelung von Induktionsmotoren. BBC-Mittg. 1926, No. 5.
Dr. Ing. Seiz. Nebenschluss-Phasenkompensator. BBC-Mittg. 1927, No. 11.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Neuere Konstruktionen von Hochleistungsschaltern und neuere Mittel zur Begrenzung der Abschaltleistung. 621.317.3+621.317.8

Die den Oelschaltern in mancher Beziehung anhaftenden Mängel, wie z. B. Explosions- und Oelbrandgefahr bei starken Kurzschlüssen, haben die Konstrukteure dazu geführt, nach Lösungen zu suchen, wo entweder die Unterbrechung des Abschaltlichtbogens nicht mehr unter Oel, sondern in Luft oder andern Gasen bewerkstelligt wird oder wo die im Momente eines Kurzschlusses auftretende Leistung vor dem Auslösen des Schalters dermassen reduziert wird, dass dann der Schalter diese reduzierte Leistung mit Sicherheit unterbricht. Im nachstehenden sei kurz auf einige in letzter Zeit veröffentlichte Lösungen etwas näher eingegangen.

1. Der «Deion-Schalter» [1].

Dieser, von der Westinghouse Electrical and Manufacturing Company entworfene Schalter trägt seinen Namen deshalb, weil er auf dem von J. S. Slepian entdeckten Deionisationsprinzip basiert. Slepian stellte theoretisch und experimentell fest, dass, wenn ein elektrischer Wechselstromlichtbogen zwischen zwei Elektroden in Luft beim Stromdurchgang durch Null erlischt, in diesem Momente fast spontan die zwischen den Elektroden sich befindende Luftschicht eine elektrische Durchschlagsfestigkeit von ca. 250 V aufweist. Er schreibt diese Eigenschaft einer der Kathode anhaftenden dünnen Grenzschicht des Gases zu, die durch die Einwirkung der

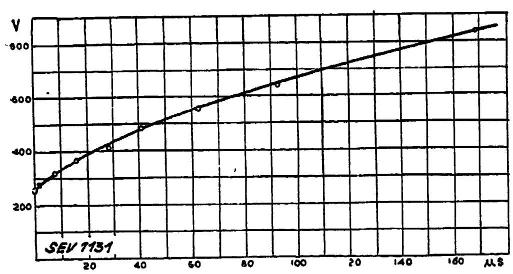


Fig. 1.
Rückkehr der dielektrischen Festigkeit des Lichtbogenraumes bei kurzen Bogen in Funktion der Zeit.

molekularen Metallfelder und des von aussen aufgeprägten elektrischen Feldes sehr rasch entionisiert wird, während bei den weiter von der Kathode entfernten Schichten diese Entionisierung viel langsamer vor sich geht und deshalb diese Schichten anfänglich eine weit geringere dielektrische Festigkeit besitzen als die Grenzschicht (siehe Fig. 1). Eine Beschleunigung der Entionisierung einer zwischen zwei Elektroden eingeschlossenen Luftschicht und damit eine raschere Löschung des die Ionisierung bewirkenden Abschaltlichtbogens kann somit erreicht werden, wenn der lange Licntbogen durch Einschalten von Metallplatten in eine Anzahl kleiner Lichtbogen, auf die je im Maximum 250 V entfallen, aufgelöst wird. Jede dieser eingeschalteten Metallplatten wirkt dann wie eine Kathode. Die Westinghouse Electrical and Manufacturing Co. baut, von diesem Prinzip ausgehend, einen Schalter, bei welchem der Abschaltlichtbogen durch ein starkes Magnetfeld in ein System paralleler Kupferplatten hineingeblasen wird. Jede dieser Kupferplatten besitzt eine Dicke von ca. 1,6 mm, während ihr gegenseitiger Abstand ebenfalls 1,6 mm beträgt. Diese Teilung des Lichtbogens hat aber zur Folge, dass sich die Potentialverteilung im Lichtbogen ändert. Sind in Fig. 2 mit Kurve A die Potentialverhältnisse ohne eingeschaltete Platten dargestellt (ideale Kurve), so zeigt Kurve B die beim Einschalten von 72 Platten in den Lichtbogen sich einstellende Potentialverteilung, die für ein einwandfreies Funktionieren des Schalters nicht in Frage kommen kann. Nach Anwendung eines elektrostatischen Feldes gelingt es, die Potentialverteilung zu verbessern und, wie Kurve C zeigt, bis nahe an die den Idealfall darstellende Kurve A heranzubringen. Diese Inhomogenität in der Potentialverteilung ist auch der Grund, weshalb eine grössere Plattenzahl als bei gleichmässiger Potentialverteilung notwendig wäre, gewählt wird, so dass auf den einzelnen Teillichtbogen nicht eine Spannung von 250 V max = 178 V eff, sondern nur eine solche von höchstens 130 V eff entfällt. Zur Erzeugung des erwähnten elektrostatischen Feldes dient ein mit

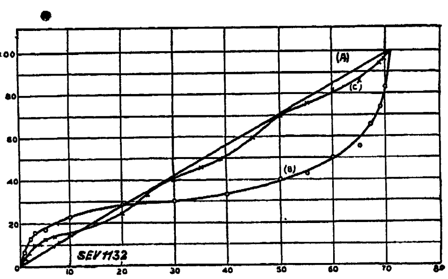


Fig. 2.
Spannungsverteilung über eine aus 72 Platten bestehende Plattenfunkenstrecke in % der Gesamtspannung.

A) ideale Verteilung.
B) Verteilung am ungeschirmten Plattensatz.
C) Verteilung mit elektrostatischem Schirm.

entsprechenden Stanniolbelagen versehener Mikartazylinder, welcher das Plattensystem umgreift. Eine weitere Aufgabe war, die bei dem Abschaltprozess frei werdende Wärmemenge abzuführen, denn würden sich die die einzelnen Lichtbogen begrenzenden Elektroden stark erhitzen, so würden von diesen neue Elektronen ausgestrahlt und dadurch der Löschvorgang in Frage gestellt. Die Westinghouse Electrical and Manufacturing Company bildet zu diesem Zwecke die Platten ringförmig aus (siehe Fig. 3) und baut in den Plattensatz Spulen ein, welche zwischen den Platten radial verlaufende

[1] Auszug aus dem „Journal of the American Institute of Electrical Engineers, Vol. XLVIII, Heft No. 2, Febr. 1929, Seite 93 uff.

Magnetfelder erzeugen. Das so ausgebildete Plattensystem wird als Entionisierungskammer bezeichnet. Der Lichtbogen wird durch diese Radialfelder bis zum Erlöschen in ständiger Rotation gehalten. Versuche haben gezeigt, dass die Rotationsgeschwindigkeit des Lichtbogens in der Entionisierungskammer so gross ist (es wurden bis zu 15 Umläufe in einer Halbperiode festgestellt bei einer Frrequenz von 60 Per/s), dass keine Anbrenn- oder Schmelzstellen an den Platten beobachtet werden konnten. Es findet lediglich im Laufe der Zeit eine schwache Oxydierung der Oberfläche der Platten statt, die aber für das Funktionieren des Schalters nicht von Nachteil ist.

Die Wirkungsweise des von der Westinghouse Electrical and Manufacturing Company gebauten und in Fig. 4 dargestellten «Deion-Schalters» lässt sich kurz wie folgt zusammenfassen: Die Stromunterbrechung geschieht zwischen zwei massiven, für den Betriebsstrom dimensionierten Kontakten, welche sofort nach dem Oeffnen den entstehenden Lichtbogen auf feststehende Hörner überleiten. Von diesen wird der Lichtbogen durch den die Entionisierungskammer umgebenden Blasmagneten mit grosser Geschwindigkeit in die Entionisierungskammer hineingetrieben und rotiert dort unter dem Einfluss des Radialfeldes bis zum Erlöschen beim Stromdurchgang durch Null.

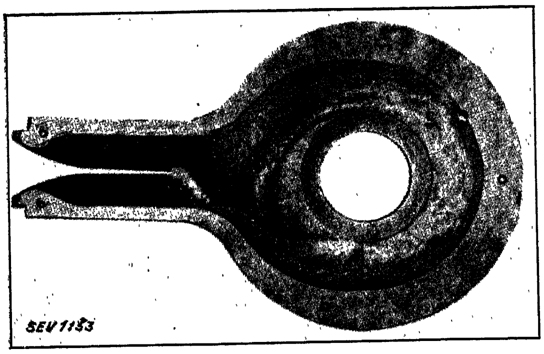


Fig. 3.
Eine Platte der Funkenstrecke mit Spuren des Lichtbogens.

Zahlreiche an einem 3poligen «Deion-Schalter» für 15 kV und 2000 A ausgeführte Versuche in der Crawford Avenue Station der Commonwealth Edison Company haben gezeigt, dass der Schalter so lange einwandfrei arbeitet, als die Elektroden durch die Abschaltlichtbogen nicht zu stark erhitzt werden. Im Momente, wo die Kathoden infolge ihrer Erhitzung Ionen auszusenden beginnen, wird der Lichtbogen nicht mehr gelöscht. Die Versuche wurden an mehreren Tagen am gleichen Schalter wiederholt und dabei in kurzen Zeitabständen starke Kurzschlüsse abgeschaltet. Von den vielen Versuchsserien seien nur zwei erwähnt. An einem Tage musste der Schalter innerhalb 1 Stunde 42 Minuten 12 Kurzschlüsse bei 12 kV und einer Stromstärke von 7000—13 000 A bewältigen. An einem andern Tage wurden mit dem gleichen Schalter innerhalb 2 Stunden 40 Minuten 15 Kurzschlüsse bei 12 kV und 12 000—22 400 A abgeschaltet. All diese Kurzschlußströme wurden einwandfrei abgeschaltet und der Lichtbogen blieb in dem ungünstigsten Falle nur 16 Halbperioden bestehen; meistens erlosch er aber

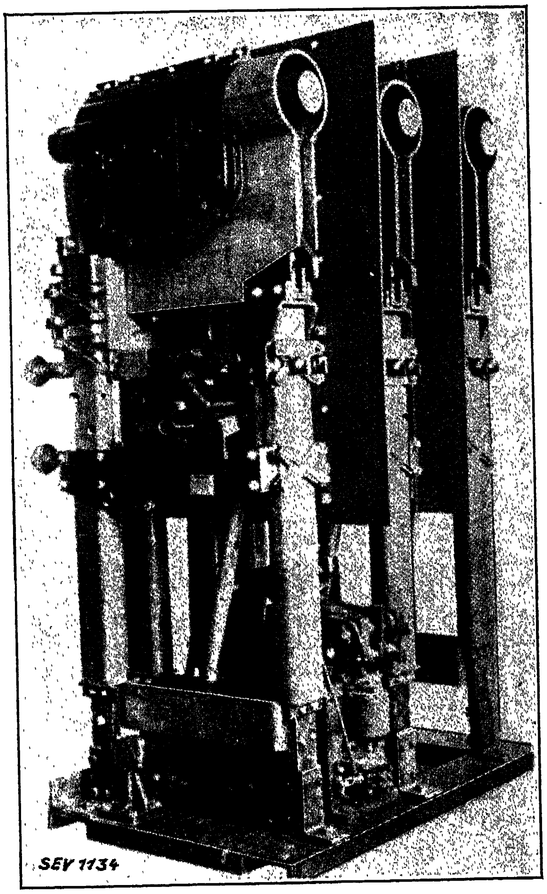


Fig. 4.
Dreipoliger Deion-Schalter, 15 kV, 2000 A.

schon nach 2—4 Halbperioden. Bei der letzten Versuchsserie hatte sich die Entionisierungskammer sehr stark erhitzt, so dass ein weiteres einwandfreies Arbeiten des Schalters fraglich schien. Um die Verhältnisse aber auch bei diesem ungünstigen Temperaturzustand zu studieren, wurden die Kurzschlussversuche weitergeführt, aber schon nach dem zweiten Ein- und Ausschalten trat zwischen den Abschaltelektroden ein Stehlichtbogen auf, der erst nach 49 Perioden durch den dem Versuchsschalter vorgeschalteten Sicherheitsschalter zum Löschen gebracht wurde. Immerhin traten auch in diesem letzteren Falle keine Erscheinungen am Versuchsschalter auf, die für die Umgebung als gefährlich hätten bezeichnet werden müssen.

Aus dem angeführten geht hervor, dass der Deion-Schalter als ein wesentlicher Fortschritt

in der Entwicklung und der Lösung des Schalterproblems vorläufig bis zu Spannungen von ca. 12 kV bezeichnet werden darf.

2. Der «Pressluftschalter» der A. E. G. [2]*)*.

Wird beim Deion-Schalter die rasche Löschung des Abschaltlichtbogens in einer Entionierungskammer bewirkt, so wird beim Pressluftschalter der Lichtbogen gewaltsam durch einen starken Pressluftstrom ausgeblasen. Dieses Prinzip der Lichtbogenlöschung ist zwar

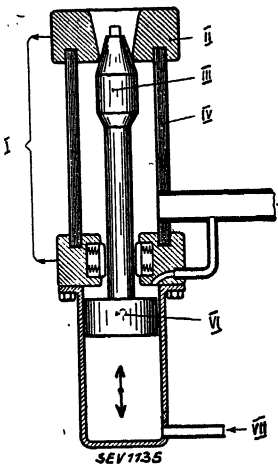


Fig. 5.
Prinzipielle Skizze d. Pressluftschalters.
I Elektrischer Anschluss
II Fester Kontakt
III Beweglicher Kontakt
IV Isolationsmaterial
V Pressluftzufuhr für Ausschaltstellung
VI Kontaktantrieb
VII Pressluftzufuhr für Einschaltstellung.

schon jahrelang bekannt, aber all die bisher nach diesem Prinzip gebauten Schalter arbeiteten nicht zuverlässig. Der A. E. G. ist es nun gelungen, nach den Vorschlägen von Prof. Ruppel einen Schalter zu bauen, der erfolgversprechend zu sein scheint. Prof. Ruppel erkannte, dass nur dann ein auf diesem Prinzip beruhender Schalter richtig arbeiten kann, wenn durch symmetrische Anordnung der Abschaltkontakte zum ausströmenden Luftstrahle dafür gesorgt wird, dass der Lichtbogen nicht beliebig ausweichen kann, sondern dass er von allen Seiten von dem Luftstrom umschlossen wird. Ferner machte Prof. Ruppel darauf aufmerksam, dass wenigstens einer der beiden Abschaltkontakte in den Bereich einer möglichst grossen Geschwindigkeit des ausströmenden Luftstrahles gebracht werden muss, damit die Kontaktstrecke möglichst rasch durch die ausströmende Luft von ihren Ionen gereinigt wird. Der von der A. E. G. nach den Angaben von Prof. Ruppel gebaute Pressluftschalter ist in Fig. 5 prinzipiell dargestellt. Wie ersichtlich, ist dabei für die wesentlichen Teile des Schalters die runde Form gewählt worden. Einer der beiden Kontakte ist als feststehender Ring, der andere als beweglicher Druckkontakt ausgebildet worden. In der Einschaltstellung presst der Druckkontakt gegen den Ring, welcher zugleich die Ausströmdüse für den Pressluftstrahl darstellt, und verhindert so einen Austritt der Pressluft. Beim Ausschalten wird durch eine vom Luftdruck abhängige

[2]) Auszug aus der E. T. Z., Heft No. 30 und 31, 25. Juli und 1. August 1929.

Verriegelung dafür gesorgt, dass erst dann der Druckkontakt den Ring verlässt und so den Stromkreis öffnet, wenn ein genügender Blasdruck vorhanden ist. Die von der A. E. G. getroffene Führung des Druckkontaktes in ein Gebiet höhern Druckes hat noch den Vorteil, dass die Durchschlagsfestigkeit der Schaltstrecke vergrössert wird, da ja bekanntlich mit zunehmendem Drucke auch die Durchschlagsfestigkeit zunimmt.

Zahlreiche Versuche der A. E. G. mit verschiedenen Kontaktformen und Drucken der Pressluft sollen die aus Fig. 5 ersichtliche Ausbildung der Kontakte als die zweckmässigste ergeben und gezeigt haben, dass die besten Resultate bei 5—15 at Ueberdruck der Pressluft erreicht werden. Bei kleinem Schalter wird mit den kleinern, bei grössern mit den grössern Drucken gearbeitet. Diese Drucksteigerung für grössere Schalter ist auch verständlich, wenn man bedenkt, dass mit zunehmender Abschaltleistung auch die beim Abschaltvorgang frei werdende Energie wächst. Infolge des sich in sehr kurzer Zeit abspielenden Abschaltprozesses findet eine sehr starke Drucksteigerung in dem

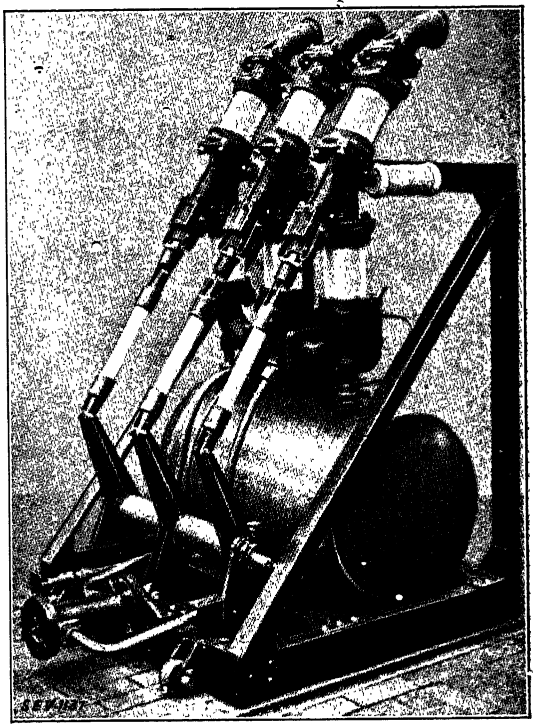


Fig. 6.
Dreipoliger Pressluftschalter der AEG, 15 kV, 600 A für Abschaltleistungen bis 500 000 kVA.

in dem Bereich des Abschaltlichtbogens liegenden Luftquantum statt, wodurch die Austrittsgeschwindigkeit des Luftstromes aus der Austrittsdüse noch weiter bedeutend vergrössert wird. Es wurden Austrittsgeschwindigkeiten bis zu 2500 m/sec errechnet, während beim gleichen

Schalter, wenn er, ohne eine Abschaltleistung unterbrechen zu müssen, betätigt wird, bei einem Ueberdruck der Pressluft von 5 at sich nur Geschwindigkeiten von ca. 500 m/sec ergeben. Diese Geschwindigkeitsänderung hat aber eine nach rückwärts gerichtete Reaktions-

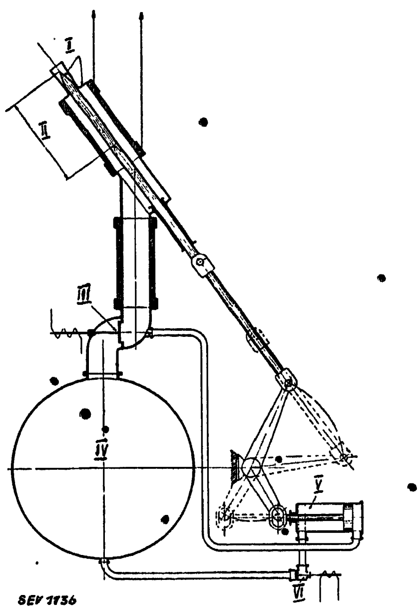


Fig. 7.
Schematische Darstellung eines dreipoligen Pressluftschalters für 15 kV Betriebsspannung.

I Kontakte
II Schalthub
III Ausschaltventil
IV Druckluftkessel
V Schaltzylinder
VI Einschaltventil

kraft zur Folge, die sich für den Lichtbogen als Gegendruck geltend macht. Soll der Löschvorgang durch diesen Gegendruck nicht gestört werden, so muss der Gegendruck durch Aufwendung eines stärkern Druckes der Pressluft kompensiert werden.

Fig. 6 gibt die Ansicht eines 3poligen Pressluftschalters, wie er von der A. E. G. für 15 kV, 600 A Nennstrom und für eine Abschaltleistung von 500 000 kVA gebaut wird. Die äussern Abmessungen des Schalters sind ungefähr die gleichen wie diejenigen eines für die gleichen Nenndaten gebauten Oelschalters. Fig. 7 zeigt den gleichen Schalter in schematischer Darstellung. Die drei Pole des Schalters sind auf dem allen drei Phasen gemeinsamen Luftkessel aufgebaut, welcher die für einen Ein- und Ausschaltprozess notwendige Luftmenge liefern kann. Um Druckverluste zu vermeiden, ist die Verbindungsleitung zwischen Druckkessel und Blaskammer möglichst kurz und in grossem Querschnitt gehalten. Die Schaltkammer ist um 45° geneigt, um eine bequeme Anschlussmöglichkeit der Stromzuleitungen zu ermöglichen, und mündet

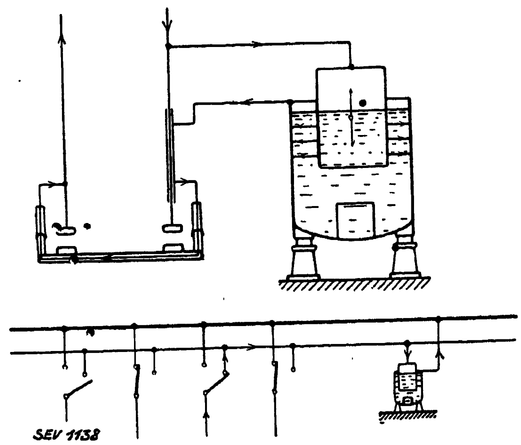


Fig. 8.
Begrenzung der zu schaltenden Leistung durch regelbaren Flüssigkeitswiderstand.

vorn in eine Ausströmdüse ein, die im Betriebe durch ein sich konisch erweiterndes Zwischenstück aus keramischem Material mit einem in das Freie führenden Schornstein verbunden wird. Der am Fusse des Schalters ersichtliche Schaltzylinder ist allen drei Phasen gemeinsam und besorgt über das angedeutete Gestänge das Oeffnen und Schliessen der Schaltkontakte in der Schaltkammer.

Tabelle I gibt einige Resultate von Versuchen wieder, die an einem einpoligen Pressluftschalter für 15 kV ausgeführt worden sind.

Tabelle I.

Versuchs-No.	Blasmedium	Blasdruck at	Aussere Reaktanz einer Phase Ω	Erregerstrom des Generators A	Strom bei Beginn der Unterbrech. A	Wiederkehrende Spannung V	Abgeschalt.[1]) Kurzschlussleistung kVA	Lichtbogendauer in Halbperioden	Bemerkungen
1	Pressluft	5,5	0	200	8 000	9 600	77 000	1,5	Der Lichtbogen wurde in allen Fällen abgeschaltet. Kontaktabbrand am Ende der Versuche sehr gering; Kontakte noch brauchbar.
2	„	5,5	0	280	10 000	11 800	118 000	2,5	
3	„	15	0	260	10 000	11 800	118 000	1	
4	„	15	0	380	11 200	13 000	151 000	0,5	
5	„	15	0	480	12 800	15 100	201 000	1	
6	„	15	0	580	15 400	16 800	256 000	1	
7	„	15	0	600	15 600	17 000	265 000	1	

[1]) Deutsche Definition der Abschaltleistung.

Auf Grund zahlreicher Versuche kommt die A. E. G. zum Schlusse, dass es keine Schwierigkeiten mehr bieten wird, einen 3poligen Pressluftschalter zu bauen, der bei doppelter Lichtbogenunterbrechung pro Phase eine Abschaltleistung von mehr als 1 Million kVA einwandfrei bewältigen wird.

Auf gleichem Prinzip bauen auch die Siemens-Schuckert-Werke einen Pressluftschalter, der in konstruktiver Beziehung nicht wesentlich von demjenigen der A. E. G. verschieden ist.

3. Schaltanordnung der S. S. W. [3]).

Wird beim Deion- und Pressluftschalter das Problem der Abschaltung grosser Leistungen durch vollständige konstruktive Neugestaltung des Schalters erreicht, so stellten sich die Siemens-Schuckert-Werke auf den Standpunkt, dass die bis jetzt schon bestehenden Schalter mindestens ebenso gut dieses Problem lösen können,

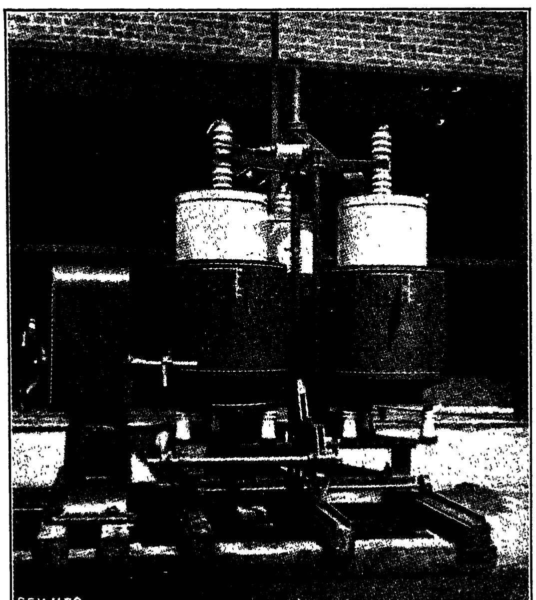


Fig. 9.
Regelbarer Flüssigkeitswiderstand der S.S.W.

wenn durch entsprechende Vorrichtungen dafür gesorgt wird, dass die Kurzschlussleistung nicht beliebig hoch ansteigen kann, sondern dass sie auf ein für den Schalter erträgliches Mass reduziert wird, ehe der Schalter betätigt wird. Zu diesem Zwecke wandeln die S. S. W. den Schaltvorgang in einen Regelvorgang um, d. h., es wird eine Anordnung getroffen, bei welcher die durch den Schaltvorgang frei werdende Energie nicht im Schalter selbst, sondern von einem für diesen Zweck besonders geeignetem Gefässe aufgenommen wird. Die Anordnung ist aus Fig. 8 ersichtlich. Der angedeutete Schalter ist ein normaler Vorstufenschalter, zwischen dessen Haupt- und Vorkontakt ein regelbarer Flüssigkeitswiderstand angeschlossen ist. Beim Einschaltprozess wird auf der ersten Vorstufe so lange stillgestanden, bis sich der regelbare Widerstand durch Eintauchen der beweglichen Elektrode von hohem Widerstand auf kleinen Widerstand geändert hat. In diesem Moment wird der Hauptkontakt eingelegt. Der Ausschaltprozess spielt sich in umgekehrter Reihenfolge ab. Es ist den S. S. W. gelungen, den ganzen Einschalt- bzw. Ausschaltvorgang auf ca. $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}$ sec zusammenzuziehen. Wie aus Fig. 8 ersichtlich ist, kann in einer Anlage mit mehreren Schaltern mit nur einem einzigen Flüssigkeitswiderstand ausgekommen werden. In Fig. 9 ist ein solcher Flüssigkeitswiderstand dargestellt, wie er in den S. S. W. geprüft wurde und dort Stromstärken bis zu 60 000 A bewältigte. *Bn.*

[3]) Auszug aus der E. T. Z., Heft No. 28, 11. Juli 1929.

Der elektrische Kühlschrank «Silba».

621.5

Die Firma A. Silbernagel, Basel, bringt unter dem Namen «Silba» einen für den Haushalt und das Kleingewerbe bestimmten Kühlschrank auf den Markt, der, ähnlich wie die elektrischen Warmwasserspeicher, die von den Elektrizitätswerken zu reduziertem Preise abgegebene Abfallenergie zu seinem Betriebe verwendet. Im Nachstehenden sei kurz die Arbeitsweise dieses auf dem Absorptionsprinzip beruhenden Kühlapparates erläutert.

Beim Apparat ist zu unterscheiden zwischen einer Koch- und einer Kühlperiode.

Die *Kochperiode* dauert normalerweise 2 bis 3 Stunden im Tag und wird entweder in einer Stufe während der Nachtzeit oder in zwei Stufen während der Nachtzeit und über den Mittag eingeleitet, während welchen Zeiten eine verbilligte Energieabgabe von seiten der Werke stattfindet.

Der Kocher I (Fig. 1) enthält im Wasser gelöstes Ammoniak und ist hermetisch nach aussen verschlossen. Wird der Kocher I erwärmt, so verflüchtigt sich das Ammoniak und strömt als Gas nach dem Wasserabscheider II. Hier scheidet sich der im Gas enthaltene Wasserdampf ab und läuft als Wasser durch den Rücklauf VI nach dem Kocher zurück. Dieser einfach angeordnete Rücklauf verunmöglicht ein Leerwerden des Kochers und damit das gefährliche Ueberhitzen der Gase. Durch diese Tatsache ist jede Explosionsmöglichkeit ausgeschlossen.

Das derart entwässerte Ammoniakgas steigt nach dem Kondensator III und wird in demselben zu flüssigem Ammoniak komprimiert. Aus dem Kondensator III fällt der flüssige Ammoniak nach dem tiefer gelegenen Verdampfer IV und füllt denselben vollständig auf. Bei ca. 110° C Kochertemperatur ist der Verdampfer gefüllt und der Zeitschalter schaltet aus. (Beim Versagen des Zeitschalters wird der elektrische Strom durch einen Quecksilberschalter unterbrochen.) Beim Ausschalten des elektrischen Stromes fällt der Anker des Solenoides VIII herunter und das Kühlwasser wird durch den Kocher geleitet, wodurch die Abkühlung des letzteren erfolgt. Damit beginnt die Kühlperiode, die bis zur nächsten Kochperiode andauert.

Kühlperiode (Fig. 2). Bevor die Verdampfung des Ammoniakes beginnt, wird das schädliche Wasser aus dem untersten Teil des Verdampfers nach dem Kocher befördert, und erst, wenn die Oeffnung der Verbindungsleitung frei wird, setzt die Verdampfung ein. Dieses automatische Hochziehen, das in wenigen Minuten beendet ist, erübrigt alle die umständlichen Hochziehvorrichtungen, wie Dreiweghahnen usw.

Die Erzeugung von Kälte und Eis entsteht aus der Verdampfung des flüssigen Ammoniakes im geschlossenen Apparat. Da der untere Teil des Verdampfers flüssigen Ammoniak im Ueberfluss enthält, so bleibt der Schrank auch kühl während der Kochperiode.

Bewegliche Teile sind keine vorhanden; die Funktion ist ganz automatisch und äusserst einfach. Der Apparat arbeitet ohne jede Bedienung und ohne Geräusch. Da der Kocher nur wenig über 100° C erwärmt wird, so kann eine schädliche Zersetzung oder Abnützung des Ammoniakes nicht eintreten. Der vollständig verschweisste Apparat verunmöglicht auch ein Entweichen des Ammoniakes.

Der Kühlapparat und die Innendimensionen des Schrankes sind derart aufeinander abgestimmt, dass die Verdampfung und damit die Kühlperiode normalerweise von einer Schaltung

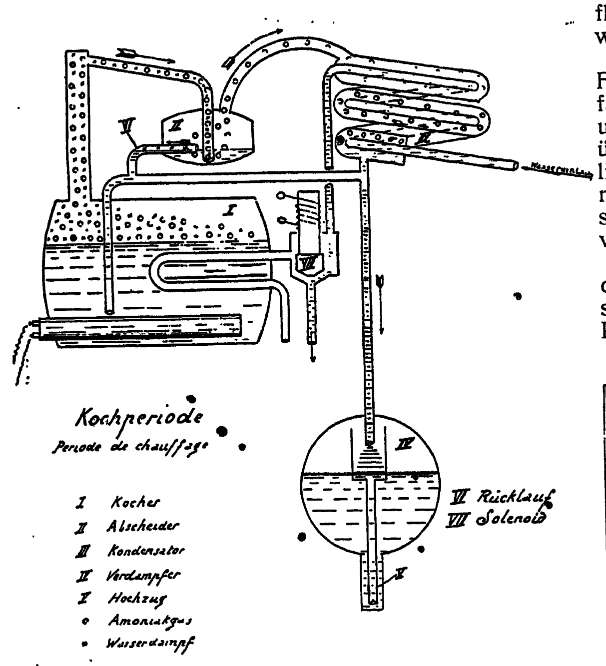


Fig. 1.

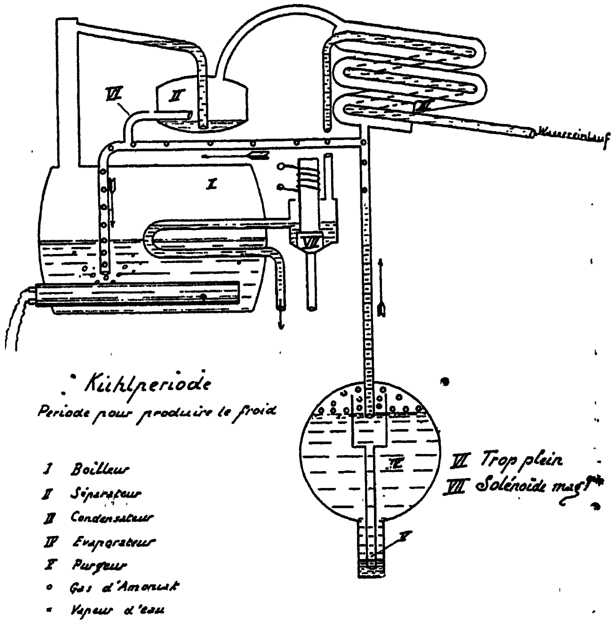


Fig. 2.

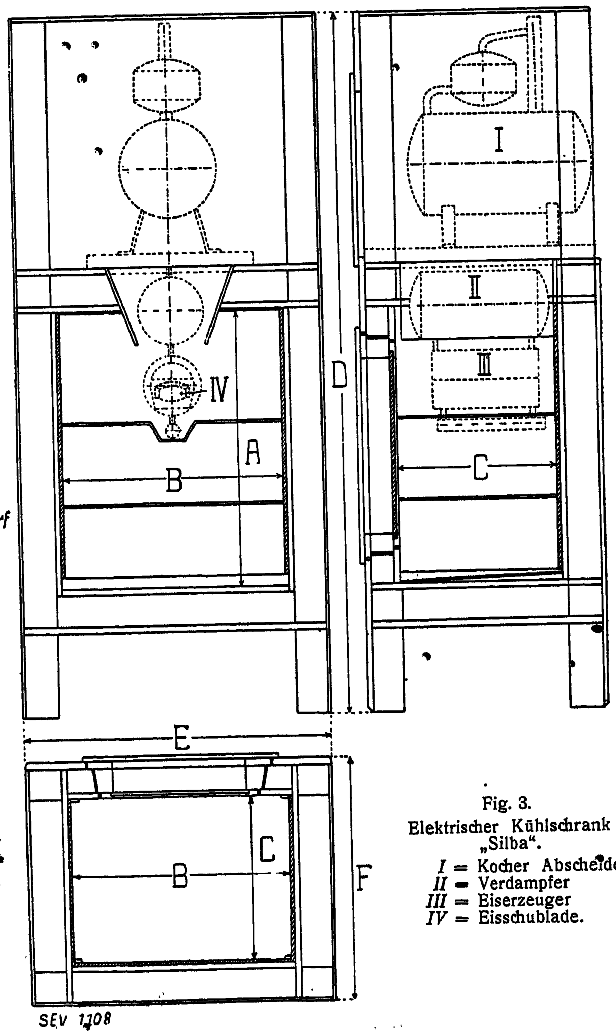


Fig. 3.
Elektrischer Kühlschrank „Silba".
I = Kocher Abscheider
II = Verdampfer
III = Eiserzeuger
IV = Eisschublade.

bis zur andern anhält, denn sobald der Schrank kühl ist, wird die Verdampfung langsamer. Die Temperatur der Röhren im Schrank geht weit unter 0, so dass das Wasser der eingesetzten Schublade in kürzester Zeit zu Eis erstarrt. An den kalten Röhren im Schrank wird die Feuchtigkeit der Luft gebunden und mit ihr die fäulniserregenden Teile. Bei der nächsten Heizperiode taut diese gebundene Feuchtigkeit auf und fliesst mit den Unreinheiten aus der Luft ab. Diese periodische Heiz- und Kühlzeit hat somit grosse Vorteile für die Konservierung von Speisen.

Die Firma A. Silbernagel führt diese Kühlschränke als folgende 3 Normaltypen aus:

Schrankinhalt in dm³ .	90	150	260
Innenmasse (siehe Fig. 3):			
Höhe A in cm . . .	57	64	86
Breite B in cm . . .	46	56	64
Tiefe C in cm . . .	34	41	48
Aussenmasse:			
Höhe D in cm . . .	146	150	176
Breite E in cm . . .	64	74	82
Tiefe F in cm . . .	51	57	65
Anschlusswert in kW .	0,8	1,2	1,6
Tägliche Heizdauer im Sommer, in Stunden .	2×1,5	2×1,5	2×1,5
Tägl. Heizdauer in der übrigen Zeit, in Stdn.	2	2	2
Tägl. Stromverbrauch i. Sommer, kWh . . .	2,4	3,6	4,8
Tägl. Stromverbrauch in der übrigen Zeit, kWh	1,6	2,4	3,2
Tägl. Wasserverbrauch m³ ca.	0,1	0,12	0,16

Der Blitz und die elektrischen Leitungen[1]).

537.2:621.319.8

M. Dauzère, Direktor des französischen Observatoriums auf dem Pic du Midi (Pyrenäen) beschreibt in einem Vortrag vor der Société Française des Electriciens die Ergebnisse von Versuchen über die Vorausbestimmung von geographischen Orten, die in besonderm Masse der Gefahr von Blitzeinschlägen ausgesetzt sind.

Vorangestellt ist eine kurze Darstellung des atmosphärischen Vorganges, der zur Bildung von Gewitter- und Hagelwolken führt, nach einer von Simpson gegebenen Gewittertheorie. Aus dieser ist zu schliessen, dass der Blitz vorwiegend an Orte hinzielt, wo starke negative Raumladungen vorhanden sind. Sofern über der Erdoberfläche solche Stellen in unveränderter Lage bestehen, so kann behauptet werden, dass diese der Gefahr des Blitzeinschlages in ganz besonderem Masse ausgesetzt sind. Diese Stellen bilden überdies den Ausgangspunkt der Hagelwetter, die sich strichweise in der Windrichtung von solchen Stellen aus ausbreiten.

Die Untersuchungen von Dauzère und Bouget (1925) haben ergeben, dass der Blitz in der Tat bestimmte Orte immer wieder mit Vorliebe auszuwählen scheint. Diese Stellen werden charakterisiert wie folgt:

1. Die Blitzeinschlagsstellen sind gar nicht immer Berggipfel und hochragende Gegenstände, sondern öfters die Umgebung von Quellen, der Grund flacher Täler, Bergpässe.
2. Die Lage der Blitzeinschlagsstellen hängt vor allem von der geologischen Beschaffenheit des Bodens ab. Massiver Kalkfels wird fast nie vom Blitz getroffen; Schiefer, Granit und Serpentingestein dagegen öfters.
3. Die gefährlichsten Einschlagsstellen liegen meistens an den Berührungslinien zweier geologisch verschiedener Gebiete.

Diese Erfahrungstatsachen aufzuklären, ist das Ziel der letzten Arbeiten der französischen Forscher. Die verschiedene elektrische Leitfähigkeit der Bodenarten scheint nicht wesentlich für die Blitzeinschlagsgefährdung zu sein, merkwürdigerweise auch nicht die bei Gewittern über dem Boden an verschiedenen Orten herrschenden elektrischen Feldstärken. Diese sind immer am grössten an Berggipfeln; trotzdem treten dort nicht immer Blitzeinschläge auf, sondern bekanntlich oft nur starke Elms-Feuer. Die Erklärung ist nach Dauzère in der verschiedenen Leitfähigkeit der Luft zu suchen.

Vor und zu Beginn eines Gewitters ist an einem bestimmten Ort meistens zu konstatieren:

1. eine hohe Gesamtionenzahl der Luft (positive und negative Ionen);
2. ein Ueberwiegen der negativen Ionen über die positiven.

Dieselben Merkmale sind als erfüllt anzusehen an allen denjenigen Orten, die hohe Blitzeinschlagsgefahr aufweisen gegenüber den andern mit kleiner Blitzgefährdung, nämlich im Mittel hohe Gesamtionenzahlen und Ueberwiegen der negativen Ionen über die positiven. Die Unterschiede werden für drei Beobachtungsstationen angegeben. Sie sind allerdings nicht sehr gross, indem Orte mit häufigen Blitzeinschlägen im Mittel weniger als die doppelte Leitfähigkeit aufweisen als solche mit Blitzgefahr. Doch sieht der Autor die Gesetzmässigkeit als durchaus erwiesen an.

Der Zusammenhang zwischen geologischer Bodenbeschaffenheit und Einschlagsgefahr wird in der Folge an einigen Beispielen nachgewiesen. Die Rolle der elektrischen Leitungen wird dahin gekennzeichnet, dass sie den Blitz nicht anziehen, aber Blitzstörungen auf weite Distanzen hin spürbar machen durch die entstehenden Ueberspannungen und deren Folgen. Zum Schluss wird auf die wirtschaftliche Bedeutung der Gewitter hingewiesen.

Durch die Arbeit von Dauzère ist ein wichtiger Zusammenhang zwischen Bodenbeschaffenheit und Blitzeinschlagsgefahr aufgedeckt worden. Vielleicht wird sich auf Grund der Ergebnisse auch die merkwürdige Tatsache der verschiedenen Gefährdung der verschiedenen Baumarten aufklären. Wo bei bestehenden Leitungen Orte mit grosser Einschlagsgefahr durchquert werden, sollten Schutzmassnahmen getroffen werden; neu zu erstellende Leitungen und Anlagen sollten solche Orte möglichst vermeiden. Zur Entscheidung solcher Fragen wäre eine geographische Karte der Blitzeinschläge und Hagelstriche über die Gegenden eines Landes zweifellos wertvoll. Von der Versammlung wurde darauf der Wunsch ausgedrückt, dass alle Beobachtungen von Blitzein-

[1]) La foudre et les lignes électriques. Par M. Dauzère Bull. Soc. Franç. des Electriciens, Juin 1929.

schlägen in Frankreich nach dem Pic du Midi geleitet werden sollen; ferner soll eine Propaganda auf breiter Grundlage gemacht werden, zwecks Sammlung möglichst umfassenden Materials. Diese richtet sich vor allem an die öffentlichen Stellen, die elektrischen Bahnen und Elektrizitätswerke.

Zweifellos wäre auch für unser Land eine Karte der Blitzeinschläge wertvoll. Die Aufgabe erfordert grosse Mittel; sie könnte aber vielleicht, da sie im allgemeinen Interesse liegt, durch die Meteorologische Anstalt, mit Hilfe der Elektrizitätswerke und anderer interessierter Kreise, eventuell der Versicherungsgesellschaften, bewältigt werden, in ähnlicher Weise, wie dies in Frankreich möglich geworden ist durch das Zusammenarbeiten der Société Météorologique de France und der Société Française des Electriciens. Als zuverlässige Quellen sind auch die Listen der Brandfälle durch Blitzeinschlag geeignet, die bei den Immobilien-Versicherungsgesellschaften ausgezogen werden könnten. Eine ähnliche Statistik, soweit sie Brandstellen durch Blitzschlag betrifft, existiert bereits für Bayern und ist von W. Petzold aufgestellt worden.

Nachdem unsere diesjährigen Kathodenstrahl-Oszillogramme bereits nachgewiesen haben, dass einerseits auf sehr nahe oder direkte Blitzschläge ein Leitungskurzschluss auch bei Höchstspannungsleitungen nicht zu vermeiden ist und anderseits bei Blitzschlägen in wenigen 100 m Distanz von der Leitung eine Gefahr für Höchstspannungsleitungen nicht mehr besteht, gewinnt der Ausweg an Bedeutung, wonach gefährdete Einschlagspunkte vermieden werden müssten. Dazu wäre aber die Erfassung der gefährdeten Punkte, die nach Dauzère an bestimmte Orte gebunden sind, in erster Linie nötig. *K. Berger.*

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Vergleich zwischen dem Stand der Ausnützung der Wasserkräfte zur Erzeugung von Elektrizität im Kanton Graubünden im Jahre 1904 und demjenigen im Jahre 1929. 621.311(494)

Es mag anlässlich unserer diesjährigen Generalversammlungen in St. Moritz interessieren, etwas über die Entwicklung der Ausnützung der Wasserkräfte im Kanton Graubünden von 1904, in welchem Jahre der S. E. V. und der V. S. E. ebenfalls in St. Moritz tagten, bis 1929 zu erfahren[1]). Da dannzumal noch keine so sorgfältig geführte Statistik wie heute bestund, können wir die Angaben nur mit Vorbehalten machen.

Die ältesten der bündnerischen Elektrizitätswerke dürften zu den allerersten in der Schweiz gehören; sie dienten fast ausschliesslich der Beleuchtung.

Schon im Jahre 1879 versah J. Badrutt sein Hotel Kulm in St. Moritz mit dem damals fast nur von Ausstellungen her bekannten elektrischen Licht. Er gab damit ein deutliches Beispiel für den Weitblick und die Grosszügigkeit der bündnerischen Hoteliers. Den Strom für die 6 Jablochkoffkerzen lieferte ein Wechselstromgenerator von etwa 3 kW, welcher durch eine Hochdruckturbine mit 100 m Gefälle angetrieben wurde. Schon 1882 wurden die Jablochkoffkerzen durch 200 Swan-Glühlampen ersetzt; 1886 waren bereits 2000 Glühlampen installiert und am Inn ein Werk mit 3 Compounddynamos gebaut.

Zu Beginn des Jahres 1904 waren im Kanton Graubünden bereits 23 Elektrizitätswerke im Betrieb mit einer Leistungsfähigkeit von ca. 7000 kW.

Die grössten dieser 23 Werke waren die folgenden:

St. Moritz Bad. Betriebseröffnung: 1891; speisendes Gewässer: Julierbach; Gefälle: 198 m. erzeugbare Leistung: ca. 700 kW.

[1]) Platzmangel erlaubte leider nicht, diese Notiz vor den Generalversammlungen zu publizieren.

In jedem der zahlreichen Hotelzimmer brannten mehrere Glühlampen. Die Speisesäle waren, wie in den alten Büchern steht, «intensiv» beleuchtet, z. B. derjenige der Kuranstalt (2300 m³) mit 220 Lampen zu 16 und 10 Kerzen, derjenige des Hotels «Victoria» (2900 m³) mit 150 Lampen zu 16 und 25 Kerzen.

St. Moritz Dorf. Betriebseröffnung: 1891; speisendes Gewässer: Inn; Gefälle: 22 m; erzeugbare Leistung: ca. 500 kW.

Thusis. Betriebseröffnung: 1898; speisendes Gewässer: Hinterrhein. Das Werk war ein Industriewerk. Es hatte die erzeugte Energie an ein Karbidwerk (Lonza) abzugeben. Aus diesem Werk sind später die Rhätischen Werke für Elektrizität hervorgegangen. Gefälle: 94 m; erzeugbare Leistung: ca. 3000 kW.

Projektiert, resp. *konzessioniert* waren im Jahre 1904 folgende weiteren Werke: Campocologno (die Kraftwerke Brusio A.-G. feierten am 14. Juni d. J. ihr 25jähriges Jubiläum[2]), Filisur, Albula bei Sils, Roffna-Tinzen, Roffla-Andeer, Scanfs-Cinuskel, Misox.

Die Gesamtproduktion der 23 Werke im Jahre 1904 kann auf etwa einige Millionen kWh geschätzt werden.

Im Jahre 1929, 25 Jahre später, dürften die bündnerischen Kraftwerke rund etwa 500 Millionen kWh erzeugen. Von den 500 Millionen kWh erzeugter Energie dürften schätzungsweise kaum mehr als 10 % im Kanton selbst Verwendung finden, nämlich etwa 4 % für Traktionszwecke (Rhätische Bahnen, Chur-Arosa-Bahn, Berninabahn u. a.) und vielleicht etwa 6 % für Allgemeinzwecke und Industrie; der Rest wird aus dem Kanton ausgeführt.

[2]) Die Kraftwerke Brusio A.-G. haben bei dieser Gelegenheit eine prächtig ausgestattete Jubiläumsschrift herausgegeben, s. Bull. S. E. V. 1929, No. 17, S. 553

Vergleichende Uebersicht über die Elektrizitätswerke des Kts. Graubünden im Jahre 1904 und im Jahre 1929.

Tabelle I.

Leistung der installierten Generatoren bei $\cos\varphi = 0{,}8$ kW	Anzahl der Werke 1904	Anzahl der Werke 1929	Leistung der installierten Generatoren bei $\cos\varphi = 0{,}8$ kW 1904	1929
100 bis 499	7	11	1900	2340
500 „ 999	3	9	1910	6520
1000 „ 4999	1	3	3000	6170
5000 „ 9999		4		31000
10000 „ 19990		3		40000
20000 und mehr		2		65675
Total ca.	11	32	6810	151705
bis 100 kW ca.	12	35	390	1025
Gesamttotal ca.	23	67	7200	152730

Einige Angaben über die grossen Werke im Kt. Graubünden, auf das Jahr 1928 bezogen.

Tabelle II.

	Gefälle m	Wassermenge m³/s [1]	Nutzbarer Inhalt des Akkumulierbeckens Mill. kWh	Install. Leistung ab Generatoren $\cos\varphi = 0{,}8$ kW	Energieerzeugung im Jahre 1928 Mill. kWh
Kraftwerke Brusio A. G.					
Campocologno	400	10	11	33150	155 (Campocologno, Palü, Cavaglia, Robbia)
Palü	290	4,4	9	10000	
Cavaglia . .	202	4,2	6,5	6500	
Robbia . . .	535	2,65	16,5	12000	
Bündner Kraftwerke A.G.					
Küblis . . .	315	11	7,8	32525	96
Klosters . .	348	2,86	7,7	7000	17
E. W. d. Stadt Zürich					
Albula . . .	140	17,6	0,12	18000	125
Heidsee . . .	576	2,2	0,89	9000	21
Rhätische Werke Thusis					
Thusis . . .	90	8,5	—	8500	34

[1] Bei höchstem Stau und entsprechend ausnützbarer Wassermenge.

Zukünftiger Energieverbrauch im Haushalt.

621.311 (001) : 6407

In der «Convention Number» des «Electrical World», 1929, wird erklärt, der Fortschritt in der Elektrifizierung der amerikanischen Haushaltungen sei unbefriedigend und die Tarife unpassend. Nach Vorschlag der Redaktion sollten die Elektrizitätswerke den elektrischen Herd und Heisswasserspeicher auf eigene Kosten installieren und pro Haushaltung 16 $ pro Monat verlangen und dafür im Maximum monatlich 650 kWh abgeben und für allfälligen Mehrverbrauch 1 Cent pro kWh verrechnen. In einer normalen

(Fortsetzung siehe Seite 639)

Unverbindliche mittlere Marktpreise je am 15. eines Monats.

Prix moyens (sans garantie) le 15 du mois.

		Sept. *sept.*	Vormonat Mois précédent	Vorjahr Année précédente
Kupfer (Wire bars) *Cuivre (Wire bars)*	Lst./1016 kg	85/—	84/15	68/15
Banka-Zinn . . . *Etain (Banka)* . .	Lst./1016 kg	218/—	209/3/9	216/15
Zink . . . . . . *Zinc*	Lst./1016 kg	24/10	24/15	24/15
Blei . . . . *Plomb*	Lst./1016 kg	23/10	23/3/9	22/5
Formeisen . . . *Fers profilés* . . .	Schw. Fr./t	130.—	130.—	125.—
Stabeisen . . . . *Fers barres* . . .	Schw. Fr./t	148.—	148.—	155.—
Ruhrnuss-kohlen *Charbon de la Ruhr* II 30/50	Schw. Fr./t	45.80	45.80	45.—
Saarnuss-kohlen *Charbon de la Saar* I 35/50	Schw. Fr./t	46.50	46.50	43.—
Belg. Anthrazit . . *Anthracite belge* .	Schw. Fr./t	72.—	72.—	70.—
Unionbrikets . . . *Briquettes (Union)* .	Schw. Fr./t	38.—	38.—	38.—
Dieselmotorenöl (bei Bezug in Zisternen) . . . . *Huile pour moteurs Diesel (en wagon-citerne)*	Schw. Fr./t	104.—	108.—	109.—
Benzin *Benzine* (0,720) .	Schw. Fr./t	295.—	295.—	290.—
Rohgummi . . . . *Caoutchouc brut* .	sh/lb	0/10¼	0/11	0/8⅞
Indexziffer des Eidgenössischen Arbeitsamtes (pro 1914=100) . . . *Nombre index de l'office fédéral (pour 1914=100)*		161	161	161

Bei den Angaben in engl. Währung verstehen sich die Preise f. o. b. London, bei denjenigen in Schweizerwährung franko Schweizergrenze (unverzollt).

Les prix exprimés en valeurs anglaises s'entendent f. o. b. Londres, ceux exprimés en francs suisses, franco frontière (sans frais de douane).

Haushaltung werde man im Jahre folgende Energiemengen verbrauchen:

	kWh
für Beleuchtung und kleine motorische Anwendungen	450
für Kälteerzeugung	550
für Antrieb von Ventilatoren in ölgefeuerten Zentralheizungsöfen	300
für die Küche	1500
für die Warmwasserbereitung	5000
Total	7800

Die Energiemenge soll abgegeben werden können, ohne dass die Maximalleistung 1,5 kW übersteigt. Wie viel Personen pro Haushalt gerechnet werden, ist nicht gesagt. Wenn wir mit 5 Personen rechnen, so entspricht obiger Energieverbrauch dem zwanzigfachen von dem, was heute wirklich im Mittel aller schweizerischen Haushaltungen verbraucht wird und wir hätten also noch eine gewaltige Absatzvermehrung zu gewärtigen. Bemerkenswert ist besonders der grosse Verbrauch, der für die Heisswasserbereitung erwartet wird; auch bei uns konstatiert man übrigens, dass die Abonnenten, die stets warmes Wasser zur Verfügung haben, nach und nach bedeutende Mengen verbrauchen.

In derselben Nummer des «Electrical World» wird den Angestellten der Elektrizitätswerke empfohlen, besonders mit dem Publikum stets so zuvorkommend zu sein wie gegenüber ihrer Verlobten. *O. Gt.*

Briefe an die Redaktion. — Communications à l'adresse de la rédaction.

Verspiegelte Glühlampen. Herr *A. W. Meier*, Goldau, schreibt uns:

Unter vorstehendem Titel ist im Bull. S. E. V. 1929, No. 12, S. 381, von Herrn dipl. Ing. *J. Guanter* eine Kritik über die Zweckmässigkeit, d. h. die Oekonomie von verspiegelten Lampen veröffentlicht worden, welche leicht zu Missverständnissen führen könnte, da es der Verfasser unterlassen hat, die von ihm beurteilten Lampen präzis zu umschreiben und jene verspiegelten Lampen, auf welche seine fachmännische Aufklärung nicht zutrifft, zu erwähnen.

Es erscheint deshalb angezeigt, über einige Ausnahmen von zweckmässig verspiegelten Lampen zu orientieren, d. h. die Verschiedenartigkeit der Lichtwirkung von verspiegelten Lampen näher zu umschreiben.

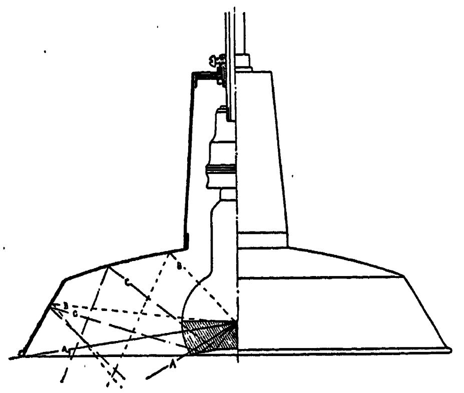
Den Ausführungen des Herrn Guanter, soweit sie die Verspiegelung von Glühlampen normaler Konstruktion (Lampenform) betreffen, wie solche in klarem oder mattiertem Glas für allgemeine Beleuchtungszwecke Verwendung finden, schliesst sich der Schreiber dies vorbehaltlos an. Sie gipfeln in der Hauptsache in der Tatsache, dass durch die Verspiegelung von Glühlampen niemals eine Erhöhung des Lichtstromes, d. h. der Gesamtlichtstärke, erreicht werden kann, sondern lediglich eine andere Verteilung des Lichtstromes, wodurch allerdings, in der durch die Verspiegelung bedingten Richtung, auf Kosten aller anderen Richtungen, eine grössere Lichtstärke erzielt wird.

Die Kritik des Herrn Guanter dürfte sich somit nur auf solche Lampen beziehen, welche zufolge ihrer Verspiegelung die Verwendung eines reflektierenden Beleuchtungskörpers (Armatur) erübrigen. Der Verwendungszweck solcher Lampen, deren praktische Projektionskraft hier nicht weiter erörtert werden soll, ist indessen sehr beschränkt, da verspiegelte nackte Lampen nur da zu empfehlen sind, wo die Klarglaslampe aus Raummangel nicht in einer Armatur (Reflektor) untergebracht werden kann (Soffitten- und Nähmaschinenlampen), wobei es sich bei der Nähmaschinenlampe mehr um eine Abblendung als Projektion handelt.

Anders aber verhält sich der Wirkungsgrad, d.h. die Oekonomie der Verspiegelung von Lampen, deren äussere Form und deren Eigenreflektor dem zu erzielenden Nutzeffekt angepasst ist, wie dies bei den verspiegelten «Labor»-Lampen der Fall ist.

Ueber die Wirkungsweise dieser Spiegelreflektorlampe für Industrie- und Strassenbeleuchtung, welche in enger Zusammenarbeit zwischen einer führenden Beleuchtungskörperfabrik und einer Glühlampenfabrik auf Grund von umfangreichen photometrischen Studien und praktischen Versuchen entstanden ist, orientieren am besten und zuverlässigsten die Prospekte der beteiligten schweizerischen Fabrikationsfirmen, welche wie folgt lauten:

«Die technische Zusammenarbeit einer führenden Beleuchtungskörperfabrik mit einer Glühlampenfabrik hat als erstes praktisches Resultat nachstehend abgebildete *«Beleuchtungseinheit»* in Form einer «Labor»-Armatur in Verbindung mit einer «Labor»-Spiegelreflektorlampe gezeitigt, deren Lichteffekt das Problem einer zweckmässigen Fabrik- und Strassenbeleuchtung in geradezu idealer Weise löst. — Armatur und Lampe bilden ein unzertrennbares Ganzes. — Die Vorzüge dieser «Beleuchtungseinheit» gegenüber allen bis heute auf den Markt gebrachten



Armaturen und Glühlampen liegt einerseits in dem absoluten, blendungsfreien Lichteffekt und anderseits in der idealen Lichtverteilung.

Diese beiden Haupterfordernisse für eine zweckmässige Beleuchtung sind in der Konstruktion der «Labor»-Lampe begründet, deren

Parabolspiegel den grössten Teil des grellen Lichtes der hochwattigen Lampen in den Armaturenreflektor zurückwirft, von wo es fast restlos auf die Arbeitsfläche projektiert wird, währenddem das übrige, oberhalb dem Spiegelreflektor der Lampe direkt in den Raum ausstrahlende Licht durch eine teilweise Mattierung der Lampe für das Auge unschädlich gemacht wird.»

Es handelt sich also hier nicht um eine nackte verspiegelte Lampe, welche die Verwendung jeglichen Reflektors (Armatur) erübrigt, sondern gerade um das Gegenteil, um eine «*Beleuchtungseinheit*», d. h. eine zweckmässige Kombination von Reflektorlampe und Armatur mit genau disponiertem Brennpunkt und bester Auswertung des Spiegelreflektors der Lampe. Der Zweck dieser Beleuchtungseinheit ist deshalb auch nicht der, den gegebenen Lichtstrom (Lichtstärke) ohne jegliche Rücksicht auf die Blendwirkung in *eine* bestimmte Richtung zu projektieren, sondern der, das verfügbare Licht unter Vermeidung jeglicher Blendung gleichmässig auf die Arbeitsfläche zu verteilen. Die Erreichung dieses Resultates bedingt allerdings die Ausarbeitung eines Beleuchtungsprojektes seitens eines Fachmannes.

Der mit der «Labor»-Beleuchtungseinheit erzielte Nutzeffekt (besserer Leistungsfaktor in der Industrie, Erhöhung der Verkehrssicherheit) wiegt die Mehrkosten der «Labor»-Lampe gegenüber einer Klarglaslampe bei weitem auf.

A. W. Meier.

Erwiderung:

Es ist durchaus richtig, wenn Herr A. W. Meier darauf hinweist, dass sich meine Ausführungen über verspiegelte Glühlampen im Bulletin 1929, No. 12, ganz allgemein auf die Verwendung solcher Lampen beziehen, und dass aus der Betrachtung der beleuchtungstechnischen Verhältnisse man fast immer von ihrer Verwendung abraten muss. Es gibt aber Sonderfälle, in denen die Verwendung verspiegelter Glühlampen durchaus zweckmässig sein kann. Diese Fälle sind jedoch sehr beschränkt. Es kommen hierfür, wie auch Herr Meier erwähnt, eigentlich nur Soffitten-Lampen in Frage, bei denen die Reflektorform auch ein halbkreisförmiges Profil zeigen müsste, und ausserdem einige Typen von Automobil-Scheinwerferlampen. Die von Herrn Meier geschilderte «Labor»-Lampe kann man aber zu diesen beleuchtungstechnisch gerechtfertigten Ausnahmen wohl kaum zählen.

Als Vorteile der «Labor»-Lampen werden angegeben, dass sie einmal bei Verwendung der dazu gehörigen Leuchte ein vollkommen blendungsfreies Licht ergeben und ausserdem eine ideale Lichtverteilung besitzen. Es ist aber durchaus nicht ein besonderer Vorzug dieser Ausführung, Blendungsfreiheit zu gewährleisten und eine dem jeweiligen Verwendungszweck entsprechende Lichtverteilung zu besitzen. Die grossen anerkannten beleuchtungstechnischen Firmen haben für die verschiedenen Anwendungsgebiete eine grosse Reihe von Leuchten geschaffen, die unter Verwendung *normaler* Glühlampen diesen Anforderungen nicht nur nahekommen, sondern vollauf genügen. In der Verwendung normaler Glühlampen liegt aber an sich schon ein ungeheurer Vorteil, der an dieser Stelle nicht weiter ausgeführt zu werden braucht. Im übrigen sprechen nicht nur beleuchtungstechnische Ueberlegungen gegen die Verwendung verspiegelter Lampen, sondern auch rein glühlampentechnische Gründe. Die Verspiegelung einer Glühlampe wird meist, und darauf muss nachdrücklichst hingewiesen werden, mehr oder weniger schwere Schädigungen der Lampe selbst hervorrufen. Jede Beeinträchtigung des Durchlassungsvermögens des Kolbenglases erhöht die Temperatur der Lampe, so dass mit einer mehr oder weniger starken Aufheizung zu rechnen ist, die sich auf die Lebensdauer der Lampe sehr schädlich auswirken kann. Der Grund hierfür liegt nicht darin, dass durch die Aufheizung der Wolframdraht auf eine etwas höhere Temperatur gebracht wird, dadurch stärker verdampft und infolgedessen schneller durchbrennt; diese im Verhältnis zu der Glühtemperatur von einigen tausend Grad geringe Mehrerwärmung spielt selbstverständlich nur eine ganz untergeordnete Rolle. Die Erscheinungen, die sich lebensdauerverkürzend auswirken, sind vielmehr ganz anderer Art.

Es ist bekannt, dass das Pumpen der Lampen ausserordentlich sorgfältig geschehen muss, da die geringsten Gasreste schädlich auf den Leuchtdraht wirken. Der Gasinhalt eines geschlossenen Raumes ist aber abhängig von der Temperatur, da alle Körper im Innern der Lampe, also die Glasteile, die Halter, die Stromzuführungen usw., Gase absorbiert enthalten und bei stärkerer Erwärmung Gasreste abgeben. Wird nun aber eine Lampe aus irgend einem Grunde, z. B. durch Verspiegelung des Lampenkolbens, stark aufgeheizt, werden also Kolbenglas und Lampenteile übermässig warm, so geben sie solche Gasreste ab, die ihrerseits den Leuchtkörper angreifen und so zu einer Verkürzung der Lebensdauer führen können. Umfangreiche Brenndauerprüfungen, die zum Studium dieser Verhältnisse in den Laboratorien der grossen europäischen und amerikanischen Glühlampenfabriken stattgefunden haben, zeigten ganz typische Fehlerquellen für das Durchbrennen solcher Lampen. Es sei z. B. nur der sogenannte «Kurzschluss» erwähnt, der dadurch entsteht, dass sich ein Lichtbogen zwischen den Elektroden oder zwischen zwei Drahtabschnitten ausbildet. Dieser Fehler ist typisch für eine Ionisation des Gasinhaltes der Lampe, wie sie durch die erwähnten Ursachen eintreten kann.

Diese kurzen Hinweise auf die glühlampentechnischen Verhältnisse, die gegen die Ausführung verspiegelter Sondertypen sprechen, gelten, wie aus vorstehendem wohl bereits ersichtlich, nicht für ein bestimmtes Fabrikat, sondern ganz allgemein für die Wolframdraht-Glühlampe. Selbstverständlich könnte man dieser Erscheinung dadurch begegnen, dass man Lampen, die verspiegelt werden sollen, von vorneherein für eine geringere Lichtausbeute baut, die Leuchtdrahttemperatur also geringer hält. Eine solche Lampe stände aber in der Wirtschaftlichkeit weit schlechter da als eine Lampe normaler Ausführung. *J. Guanter.*

Miscellanea.

Rationalisierung in der öffentlichen Verwaltung.

Die Schweizerische Vereinigung für rationelles Wirtschaften veranstaltet vom 8. bis 12. Oktober 1929 im grossen Saale des Stadtkasino in Bern einen Vortragszyklus mit folgendem Programm:

I. TAG: DIENSTAG, DEN 8. OKTOBER 1929.
Vormittags:

Eröffnung des Kurses.

10 Uhr: Eröffnungsansprachen.

A. Einführung.

1.

10.15—12 Uhr: Das Rationalisierungsproblem und die öffentliche Verwaltung.

Referent: Dr. O. Leimgruber, Vizekanzler der Eidgenossenschaft, Bern.

B. Personalwesen — Faktor Mensch.

Nachmittags:

2.

14—15.15 Uhr: Der Faktor Mensch in der öffentlichen Verwaltung. — Ethische Probleme.

Referent: Prof. Dr. med. et Dr. phil. W. Hellpach, alt Staatspräsident, Mitglied des Reichstags, Professor an der technischen Hochschule Karlsruhe und an der Universität Heidelberg, Heidelberg.

3.

15.30—16.30 Uhr: Berufsauslese — Eignungsprüfungen — Psychotechnik. Vortrag mit Lichtbildern.

Referent: Prof. Dr. J. Suter, Professor an der Universität Zürich und Direktor des Psychotechnischen Institutes, Zürich.

4.

16.45—18.15 Uhr: Beziehungen der leitenden zu den mittleren und unteren Angestellten, sowie zwischen Verwaltungspersonal und Publikum. — Kundendienst (Service). — Anlernen. Vortrag mit Lichtbildern.

Referent: Dr. ing. A. Carrard, Privatdozent an der E. T. H. und Direktor des Psychotechnischen Institutes, Zürich.

5.

18.30—19.45 Uhr: Arbeitshygiene — persönliche Arbeitshygiene (Arbeitszeit, Pausen, Ferien) — Arbeitsbedingungen (Heizung, Lüftung, Arbeitsplatz, Beleuchtung).

Referent: Prof. Dr. med. W. von Gonzenbach, Direktor des Hygienischen Institutes an der E. T. H., Zürich.

Nachher Diskussion der Referate 2—5.

Diskussionsleiter: Prof. Dr. med. W. von Gonzenbach, Zürich.

II. TAG: MITTWOCH, DEN 9. OKT. 1929.
Vormittags:

6.

8—9 Uhr: Kompetenzdelegation und Arbeitsteilung — Zusammenarbeit einzelner Verwaltungszweige — Vermeidung von Doppelspurigkeit — Rationelles Ineinandergreifen und rationelle Ausführung von Arbeiten durch mehrere Verwaltungszweige.

Referent: Dr. A. von Salis, Technischer Inspektor bei der Oberpostdirektion, Bern.

C. Verwaltungsorganisation und -technik.

7.

9.15—11 Uhr: Aufbau und Organisation eines Verwaltungsbetriebes — Gestaltung der Arbeitsvorgänge und -methoden. Vortrag mit Lichtbildern und Demonstrationen von Organisationsübersichten.

Referent: Dr. R. Cottier, Generalsekretär der S. B. B., Bern.

Ab 11 Uhr: Diskussion der Referate 6 und 7.

Diskussionsleiter: Dr. O. Leimgruber, Vizekanzler der Eidgenossenschaft, Bern.

Nachmittags:

8.

14—15 Uhr: Behördliches Beschaffungswesen.

Referent: K. Burlet, Oberingenieur, Vorstand der Materialverwaltung der S. B. B., Basel.

9.

15.15—17 Uhr: Materialprüfung mit spezieller Berücksichtigung des Papiers — Alte und neue Papierfabrikation. Vortrag mit Lichtbildern und Demonstrationen.

Referent: A. Wegmann, Vorsteher der Schul- und Bureaumaterialienverwaltung der Stadt Zürich, Zürich.

Ab 17 Uhr: Eventuell Fortsetzung der Diskussion der Referate 2—5.

Diskussionsleiter: Prof. Dr. med. W. von Gonzenbach, Zürich.

Nachher: Diskussion der Referate 8 und 9.

Diskussionsleiter: Prof. Dr. J. Burri, Rektor der Handelsschule des Kaufmännischen Vereins, Zürich.

III. TAG: DONNERSTAG, DEN 10. OKT. 1929.
Vormittags:

10.

8—9.15 Uhr: Material und Drucksachen — Normung. Vortrag mit Demonstrationsmaterial.

Referent: R. Feller, Vorsteher der Schul- und Bureaumaterialverwaltung der Stadt Bern, Bern.

11.

9.30—12 Uhr: Archiv und Registratur — Dokumentierung — Statistische Bearbeitungen.

Dieses Thema bildet Gegenstand folgender Einzelreferate:

11 a.

9.30—10.15 Uhr: Rolle und Organisation der Statistik in der öffentlichen Verwaltung.

Referent: Dr. J. Lorenz, Eidg. Experte für Statistik und Privatdozent an der E. T. H. Zürich, Freiburg.

11 b.

10.30—12 Uhr: Praktische Anwendungen in der Verwaltung öffentlicher Betriebe.

1. Einführungsreferat.

Referent: Dr. R. Cottier, Generalsekretär der S. B. B., Bern.

2. Statistische Arbeiten in einem Verwaltungsbetriebe.

Referent: Dr. O. Lingg, Chef der Sektion für Statistik bei der Generaldirektion der S. B. B., Bern.

3. Bibliothek eines Verwaltungsbetriebes. Vortrag mit Demonstrationsmaterial.

Referent: E. Mathys, Bibliothekar bei der Generaldirektion der S. B. B. und Sekretär der schweizerischen Kommission für Literaturnachweis, Bern.

Nachmittags:

12.

14—16 Uhr: Arbeitsmittel — Mechanisierung — Automatisierung.

Dieses Referat zerfällt in zwei Teile:

12 a.

14—14.45 Uhr: I. Teil: Allgemeine Einführung und Uebersicht. Vortrag mit Demonstrationsmaterial.

Referent: J. Maeder, Betriebsorganisator bei der S. B. B., Bern.

12 b.

15—16 Uhr: 2. Teil: Anwendung der Mechanisierung und Automatisierung bei der Schweizerischen Handelsstatistik der Eidg. Oberzolldirektion, Bern. Vortrag mit Lichtbildern und Demonstrationsmaterial.

Referent: G. Buetzberger, Bureauchef der Maschinen-Sektion bei der Handelsstatistik der Eidg. Oberzolldirektion, Bern.

Ab 16 Uhr: Diskussion der Referate 10, 11 u. 12.

Diskussionsleiter: Prof. Dr. J. Burri, Rektor der Handelsschule des Kaufmännischen Vereins, Zürich.

Verbunden mit: Betriebsbesichtigungen und Führungen bei der Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, bei der Maschinensektion der Handelsstatistik der Eidg. Oberzolldirektion und bei der Betriebsstatistik der S. B. B.

Abends:

Offizieller Kursabend.

18.15—19.15 Uhr: Vortrag: Domänen- und Liegenschaftenverwaltung.

Referent: Prof. Dr. W. Pauli, Professor an der Universität Bern und Chef des Kantonalbernischen statistischen Amtes, Bern.

Ab 19.15 Uhr: Diskussion.

Diskussionsleiter: F. Raaflaub, Gemeinderat und Finanzdirektor der Stadt Bern, Bern.

20 Uhr: Kursbankett.

Als Einlage: Vorführung humoristischer Lehrfilme: Alte und neue Arbeitsmethoden im Bureau.

IV. TAG: FREITAG, DEN 11. OKTOBER 1929.
Vormittags:

13.

8—9.45 Uhr: Rechnungs-, Kassen-, Kontroll- und Revisionswesen bei öffentlichen Verwaltungen und Betrieben.

Referent: P. Ebinger, Finanzinspektor der Stadt Zürich, Zürich.

14.

10—11.15 Uhr: Organisation, Rechnungswesen und Verwaltungsreform der Werkstätten der S. B. B. als Beispiel eines rationalisierten Dienstzweiges einer öffentlichen Verwaltung. Vortrag mit Lichtbildern.

Referent: J. Schnurrenberger, Dipl. Ing. E. T. H., Stellvertreter des Obermaschineningenieurs der S. B. B., Bern.

Ab 11.15 Uhr: Diskussion der Referate 13 u. 14.

Für Referat 13:

Diskussionsleiter: H. Ryffel, Chef der Eidg. Finanzkontrolle, Bern.

Für Referat 14:

Diskussionsleiter: Prof. Dr. J. Burri, Rektor der Handelsschule des Kaufmännischen Vereins, Zürich.

D. Rationalisierungsergebnisse und -methoden.

Nachmittags:

15.

14—16.45: Rationalisierungsergebnisse in öffentlichen Verwaltungen und Verwaltungsbetrieben — Angewandte Beispiele.

Dieses Referat zerfällt in zwei Teile:

15 a.

14—15.45 Uhr: 1. Teil: Arbeiten des deutschen Institutes für wirtschaftliche Arbeit in der öffentlichen Verwaltung (DIWIV) — Angewandte Methoden und Ergebnisse.

Referent: Prof. Dr. B. Drews, Honorarprofessor an der Universität Berlin, Präsident des deutschen Institutes für wirtschaftliche Arbeit in der öffentlichen Verwaltung (DIWIV), Staatsminister und Präsident des Oberverwaltungsgerichtes, Berlin.

15 b.

16—16.45 Uhr: 2. Teil: Rationalisierungsarbeiten und -ergebnisse im besonderen beim Stations- und Zugsdienst der S. B. B.

Referent: E. Matter, Oberbetriebschef der S. B. B., Bern.

16.

17—17.45 Uhr: Gemeinschaftsarbeit — Praktische Bearbeitung von Verwaltungs-Rationalisierungsproblemen durch Arbeitsgemeinschaften, Arbeits- und Fachausschüsse.

Referent: H. von Haan, Oesterreichischer Ministerialrat und Sektionschef beim Internationalen Rationalisierungs-Institut, Genf.

Ab 17.45 Uhr: Diskussion der Referate 15 u. 16.

Diskussionsleiter: Dr. O. Leimgruber, Vizekanzler der Eidgenossenschaft, Bern.

Schluss des Kurses. Schlussansprachen.

V. TAG: SAMSTAG, DEN 12. OKTOBER 1929.

Betriebsbesichtigungen mit Führungen.

a) Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale (am 10. Oktober);
b) Eidg. Postverwaltung;
c) Eidg. Telegraphen- und Telephonverwaltung;
d) Verwaltung der Schweizerischen Bundesbahnen (Hauptbuchhaltung, Betriebsstatistik, Bibliothek- und Zeitschriften-Zentralstelle) (am 10. Oktober);

e) Maschinensektion bei der Handelsstatistik der Eidg. Oberzollverwaltung (am 10. Oktober).

Anmerkung: Ueber diese Betriebsbesichtigungen wird rechtzeitig ein besonderes Programm im Wegweiser über die Kursreferate bekanntgegeben.

Ausstellung:

Mit dem Verwaltungskurs ist während der ganzen Kursdauer eine Ausstellung im Stadtkasino verbunden. Sie umfasst auf die einzelnen Referate bezügliche Demonstrationsgegenstände und Arbeitsmittel, sowie Maschinen für Abrechnungswesen. Diese letzteren werden im Betriebe vorgeführt.

Der Kurs und die Ausstellung sind öffentlich.

Das Kursgeld beträgt Fr. 52.— für Mitglieder der Vereinigung, Fr. 62.— für die übrigen Teilnehmer (ohne gemeinsames Essen zu Fr. 6.— am 10. Oktober). Es können auch einzelne Vorträge zu Fr. 5.— pro Vortrag belegt werden. Anmeldungen sind bis spätestens den 3. Oktober an die Geschäftsstelle der Schweizerischen Vereinigung für rationelles Wirtschaften, Theaterstr. 16, Zürich 1, zu richten.

Verband Schweizerischer Spezialfabriken der Elektrotechnik (V. S. F. E.). Dieser Verband hat sich laut Beschluss seiner Generalversammlung vom 5. Juni dieses Jahres aufgelöst. Seine Aktiven und Passiven sind vom Verein Schweizerischer Maschinenindustrieller (V. S. M.), Dufourstrasse 1, Zürich, übernommen worden; die Mehrzahl der Mitglieder des V. S. F. E. ist dem V. S.M. beigetreten.

Das Oberhasliwerk ist am 27. August provisorisch in Betrieb gesetzt worden, nachdem der Wasserverlust im Druckstollen, der vom Staubecken Gelmersee zur Handeck hinunterführt, sich so geringfügig erwiesen hat, dass Aussicht besteht, den Betrieb auch über den Winter aufrecht erhalten zu können. Eine zweite Revision soll stattfinden, nachdem im nächsten Frühling die Niederdruckwerke mit voller Kraft eingreifen können.

Literatur. — Bibliographie.

Grossleistungsübertragung in Südamerika. Von Ernst Schönholzer. Sonderabdruck aus der S. T. Z. 1928, No. 46, 47 und 48.

In dieser interessanten Studie untersucht Schönholzer die Möglichkeit der Nutzbarmachung der Iguassufälle an der Dreiländergrenze von Argentinien, Brasilien und Paraguay. Das vorliegende Projekt sieht ein zwischenstaatliches Grosskraftwerk vor, das durch je eine Fernleitung von 1200 km bzw. 900 km mit den Belastungszentren Buenos-Aires und San Paolo verbunden würde. Jede dieser Uebertragungen soll während des ganzen Jahres eine unveränderliche konstante Leistung von 300 000 kW übertragen und für Selbstkompensation der Blindleistungen vorgesehen sein. Die sich aus dieser Forderung ergebenden wirtschaftlichsten Spannungen liegen für die 1200 km lange Leitung nach Buenos-Aires bei einer Empfangsspannung von 406 kV und einer Sendespannung von 401,5 kV. Die Amplitude des Spannungsbauches erreicht einen Wert von 458 kV, entsprechend einer Erhöhung von 13 % der Ausgangsspannung. Die entsprechenden Werte der Leitung nach San Paolo betragen 420 kV am Empfangsende und 452 kV am Sendende.

Als Ausgangspunkt der Untersuchung wurde, wie bereits erwähnt, eine konstante Leistung angenommen. Es lag folglich die Bedingung der Selbstkompensation der Leitung nahe. Immerhin scheint auf Grund des durch die Untersuchung zutage geförderten Ergebnisses die Verwendung einer kompensierten Leitung aus verschiedenen Gründen, vor allem aber mit Rücksicht auf die Stabilität, als zweckmässig. Die Empfindlichkeit ist so gross und der entsprechende Spielraum der dynamischen Stabilität so klein, dass schon ein verhältnismässig geringer Belastungsstoss, hervorgerufen durch eine Schaltoperation, Störung usw., das System ausser Synchronismus werfen kann. Diese Gefahr wird noch bedeutend erhöht, wenn die Fernleitung, wie geplant, als Landessammelschiene ausgebaut werden sollte. Es ist deshalb eine Kompensation wenigstens der Leitung nach Buenos-Aires gewiss gerechtfertigt. Für die Uebertragung nach San Paolo liegt die Belastung von 300 000 kW voraussichtlich gerade noch im zulässigen Grenzgebiet. Die Kompensation würde das übrigens sehr günstige wirtschaftliche Ergebnis der Uebertragung nicht wesentlich beeinflussen und auch den Wirkungsgrad von ca. 90 % nicht herabsetzen.

Die Arbeit Schönholzers kann als ein interessantes und aufschlussreiches Beispiel aus dem wichtigen Gebiet der Grosskraftübertragung gewertet und zum Studium empfohlen werden.

M. L. Keller.

Die Quecksilberdampf - Gleichrichter. Zweiter Band: Konstruktive Grundlagen. Von *Kurt E. Müller-Lübeck.* 350 Seiten, 16 × 23,5 cm, 340 Figuren und 4 Tafeln. Verlag Jul. Springer, Berlin 1928. Preis geb. RM. 42.—.

Der zweite Band von Müller-Lübecks Werk: «Der Quecksilberdampf-Gleichrichter» bringt in den ersten Kapiteln die theoretische Behandlung der Spannungscharakteristik, der Welligkeit, sowie die Bedeutung und Anwendung der verschiedenen Transformatorschaltungen in bezug auf Leistungsfaktor und Kurzschlußstrom. Anschliessend folgt ein Kapitel zur Berechnung der Transformatorgrösse und der charakteristischen Daten von Gleichrichteranlagen. Diese Kapitel, die die grundlegenden Arbeiten von Dällenbach und Gerecke, sowie von Demontvignier und von

Prince und Vogdes und eigene Untersuchungen des Verfassers im Zusammenhang bringen, stellen an den Leser zwar ziemlich hohe mathematische Anforderungen, dürften aber der wertvollste Teil des Buches sein.

Wie immer ist es eine heikle Sache, ein Buch über ein Objekt zu verfassen, das noch in grosser Entwicklung begriffen ist, und dies ist auch heute beim Quecksilberdampfgleichrichter der Fall. So kann der zweite Teil des vorliegenden Buches nichts anderes sein als eine Darstellung der verschiedenen Gleichrichtertypen, wie sie bis heute von verschiedenen Firmen gebaut werden.

Nach einer kurzen historischen Orientierung über die Entwicklung der Gleichrichter werden an Hand von vorzüglichen Photographien und von Schnittzeichnungen die diversen Gleichrichtertypen sowie deren Zubehör erläutert. Viel Neues wird freilich hierdurch dem in der Praxis stehenden Ingenieur nicht geboten, da gerade wichtige Punkte, die heute den Gleichrichterkonstrukteur am meisten interessieren, nicht behandelt oder nur angedeutet werden.

Am Schluss des Buches werden verschiedene Ausführungen von Gleichrichteranlagen, worunter auch die grossen Anlagen der Berliner Stadtbahnen, eingehend behandelt und durch treffliche Illustrationen vorgeführt. Ein besonderes Kapitel wird dem Schnellschalter gewidmet, so dass hier auch der Apparatebauer noch manch Interessantes finden wird.

Vielleicht mehr wie dem sich mit Gleichrichtern befassenden Ingenieur wird das Buch demjenigen willkommen sein, der sich über den heutigen Stand der Quecksilberdampf-Gleichrichter orientieren will, was namentlich für Studierende der Fall sein wird. *M. Riggenbach.*

Normalien und Qualitätszeichen des S. E. V.

Normalien zur Prüfung und Bewertung von Schmelzsicherungen mit geschlossenen Schmelzeinsätzen für Hausinstallationen.

Die Normalienkommission des S. E. V. und V. S. E. hat Entwürfe zu solchen Normalien aufgestellt und wird dieselben der Verwaltungskommission des S. E. V. und V. S. E. zur Genehmigung und provisorischen Inkraftsetzung übergeben. Sie ladet hiermit vor Weiterleitung dieser Entwürfe diejenigen Mitglieder des S. E. V. und V. S. E., die ein besonderes Interesse an den genannten Normalien haben, ein, beim Generalsekretariat des S.E.V. und V.S.E., Seefeldstr. 301, Zürich 8, einen Entwurf zu verlangen und dem genannten Sekretariat ihre eventuellen Aeusserungen vor dem 31. Oktober 1929 schriftlich, im Doppel, einzureichen.

Vereinsnachrichten.

Die an dieser Stelle erscheinenden Artikel sind, soweit sie nicht anderweitig gezeichnet sind, *offizielle Mitteilungen des Generalsekretariates des S. E. V. und V. S. E.*

Im Verlag des S. E. V. neu erschienene Drucksachen.

Von dem in den Nummern 15 und 16 des Bulletin 1929 veröffentlichten *Aufsatz «Die Uebertragung grosser Leistungen»* von Hrn. Max Leo Keller, Ing., Aarau, sind Separatabzüge (60 Seiten) broschiert zum Preise von Fr. 2.— für Mitglieder und Fr. 2.50 für Nichtmitglieder erhältlich.

Ferner werden von dem im vorliegenden Heft abgedruckten Aufsatz *«Die Neuanlagen Palü-Cavaglia der Kraftwerke Brusio A.-G.»* von Hrn. Dir. W. Rickenbach, Poschiavo, Sonderabdrucke hergestellt. Preis Fr. 1.— (Mitglieder) und Fr. 1.50 (Nichtmitglieder). Beide Drucksachen sind beim Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E., Seefeldstr. 301, Zürich 8, erhältlich.

Zulassung von Elektrizitätsverbrauchsmessersystemen zur amtlichen Prüfung und Stempelung. Auf Grund des Art. 25 des Bundesgesetzes vom 24. Juni 1909 über Mass und Gewicht und gemäss Art. 16 der Vollziehungsverordnung vom 9. Dezember 1916 betreffend die amtliche Prüfung und Stempelung von Elektrizitätsverbrauchsmessern hat die eidgenössische Mass- und Gewichtskommission die nachstehenden Verbrauchsmessersysteme zur amtlichen Prüfung und Stempelung zugelassen und ihnen die beifolgenden Systemzeichen erteilt:

Fabrikant: *Landis & Gyr A.-G., in Zug.*

S 82 Induktionszähler für Einphasen-Wechselstrom, Typen C F 1 und C F 2 bzw. D F 1 und D F 2.

Fabrikant: *Siemens-Schuckert-Werke in Nürnberg.*

S 69 Zusatz zu: Induktionszähler für Einphasen-Wechselstrom, Type W 16.

Bern, den 16. August 1929.

Der Präsident der eidg. Mass- und Gewichtskommission:

J. Landry.

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke | REDAKTION Zürich 8, Seefeldstr. 301 | Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité

Verlag und Administration | Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G. Zürich 4, Stauffacherquai 36/38 | Editeur et Administration

XX. Jahrgang
XX^e Année

Bulletin No. 19

Oktober I
Octobre I 1929

Simultanbetrieb von Dreiphasen- und Einphasenanlagen durch Stromüberlagerung (Doppelfrequenzbetrieb) auf gemeinschaftlichen Linien.

Vortrag, gehalten an der Generalversammlung des Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke in St. Moritz, am 6. Juli 1929

von Baurat Dr. ing. *Ernst Jacob*, Stuttgart.

621.319.12:621.331.431+621.3

Es wird eine Schaltanordnung beschrieben, die gestattet, Drehstrom-Hochvoltleitungen zur Mitübertragung von 16⅔periodigem Einphasen-Bahnstrom zu benutzen. Diese Schaltung wird als Vierleiterschaltung bezeichnet, die Betriebsart als Doppelfrequenzbetrieb. Schalt- und Bauelemente des Doppelfrequenzbetriebes werden beschrieben. Die bei Doppelfrequenzbetrieb über grössere Streckenlängen erzielbaren Ersparnisse an Baukosten gegenüber Betrieb mit getrennten Leitungen betragen ca. 25 %, ausserdem werden die Uebertragungsverluste kleiner.

L'auteur décrit un schéma permettant de superposer du courant monophasé de traction, 16⅔ périodes, au courant triphasé, 50 périodes, de lignes à haute tension. Ce «schéma à quatre conducteurs» permet donc une «exploitation sous fréquence double» dont l'auteur décrit la réalisation pratique. L'économie que ce système mixte permet de faire par rapport à l'exploitation sur lignes séparées, grâce à une diminution des frais de construction, atteint environ 25 % pour de grandes distances, sans compter la réduction des pertes par effet Joule.

In allen Ländern, die für das Bahnstromsystem den Einphasen-Wechselstrom von $16^2/_3$ Per/sec gewählt haben, wird es immer als ein fühlbarer Nachteil empfunden, dass die von der normalen Periodenzahl 50 abweichende Bahnfrequenz die Erstellung gemeinsamer Kraftwerke, Leitungen und Unterwerke für Landes- und Bahnversorgung zusammen zunächst unmöglich macht. Es wurden vielmehr in der Schweiz, in Deutschland und auch in den nordischen Ländern völlig getrennte Stromversorgungsnetze für Bahn- und Allgemeinbedarf entwickelt, die entsprechend hohe Sonderkosten insbesondere für die Bahnnetze mit sich bringen. Bestrebungen, die Bahnversorgung in geeigneter Weise in die allgemeine Landesversorgung einzugliedern mit dem Zweck der Ersparnis eines besonderen Bahn-Primärnetzes sind daher schon frühzeitig aufgetreten und zwar versuchte man zunächst das Problem durch rotierende Perioden-Umformer zu lösen. Die praktische Durchführung dieses Gedankens im grossen ist aber unterblieben, weil die Lösung einen sehr hohen Kostenaufwand für die rotierenden Umformer und vor allem viel zu hohe Jahresverluste für die Energieumformung mit sich bringt. Um diese Nachteile zu vermeiden, habe ich versucht, an die Stelle der Frequenzumformung die *Frequenzüberlagerung* treten zu lassen und habe auf diesem Gedanken folgendes Uebertragungssystem aufgebaut:

Der Drehstromschwingung von 50 Per/sec, die auf unseren normalen Drehstromleitungen besteht, wird die Bahnstromschwingung von $16^2/_3$ Per/sec elektrisch „unterlagert". Es ergeben sich dabei auf der Leitung selbst resultierende Schwingungszustände, wie sie durch die Fig. 1 und 2 in ihrem praktischen Verlauf anhand einiger Oszillogramme zu sehen sind. Das wesentliche Kennzeichen des Ueberlagerungsvorganges ist dabei: die Scheitelwerte addieren sich arithmetisch ($E_{res} = E_I + E_{III}$), die Effektivwerte dagegen nach dem Pythagoras ($I_{res} = \sqrt{I_I^2 + I_{III}^2}$).
In bezug auf Spannungs- und Leistungsverluste sind beide Stromsysteme voneinander völlig unabhängig.

Technisch wird die Ueberlagerung der beiden Schwingungen auf folgendem Weg erreicht: Man denke sich in Fig. 3 die Drehstromsammelschiene des Unterwerkes links über eine normale Drehstromleitung mit der Drehstromsammelschiene des Unterwerkes rechts verbunden. Die Uebertragung des Drehstroms geht in bekannter Weise von dem Generator links über die Leitung zum sekundären Netz rechts vor sich. An das gleiche Drehstromsystem wird nun links und rechts an der Sammelschiene je eine als Nullpunkt wirkende dreiphasige Wicklung angeschlossen, die auf einen Eisenkern mit magnetischem Rückschluss aufgebracht ist. Die Sekundärwicklung auf diesem Eisenkern besteht ebenfalls aus drei Wicklungen, die aber hintereinander, also in Reihe geschaltet sind. Die Nullpunkte der Hochvoltwicklung sind durch einen vierten Leiter, der für die volle Betriebsspannung isoliert wird, über das Leitungsgestänge miteinander verbunden. Diese Anordnung wirkt nun folgendermassen: Für den Drehstrom bildet die Dreiphasenwicklung einen künstlichen Nullpunkt, so dass im normalen Betrieb der vierte Leiter „*0*" frei von Drehstromspannung bleibt. Die drei Komponenten des Dreiphasenflusses im Eisenkern des Transformators sind gegenseitig um 120° verschoben. Die drei sekundär erzeugten 50periodigen Teilspannungen bilden daher ein in sich geschlossenes gleichseitiges Dreieck, d. h. sie heben sich durch die Reihenschaltung der Niedervoltwicklungen auf. Der vom Einphasen-Generator links erzeugte Einphasenstrom magnetisiert dagegen jede der drei Transformatorwicklungen gleichphasig und transformiert daher seine Einphasen-EMK gleichsinnig auf alle Schenkel der Hochvoltseite; unter der Einwirkung dieser Einphasen-EMK kommt hochvoltseitig eine über- oder besser unterlagerte Einphasenschwingung zustande, die den vierten Leiter „*0*" als Hinweg und die Drehstromleitung RST als Rückweg benutzt. Auf die Sekundärseite der normalen Drehstromtransformatoren kann die unterlagerte Einphasenspannung nicht gelangen, da alle drei Phasenleiter unter sich gleiches Potential haben und der Nullpunkt entweder isoliert oder über eine Petersenspule an Erde gelegt ist.

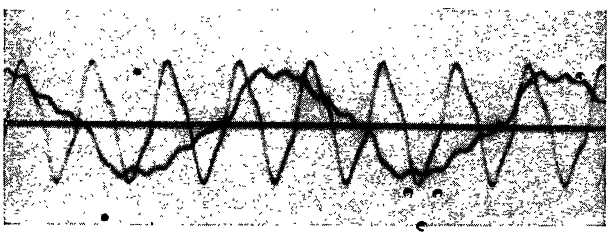


Fig. 1. (Cliché des Autors)
Ein- und Dreiphasenschwingung.

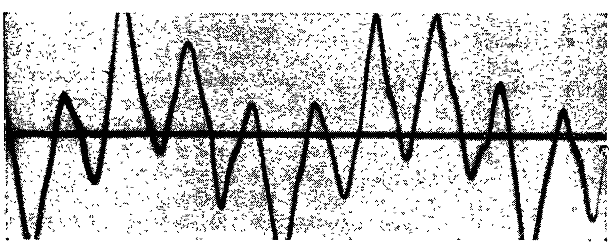


Fig. 2. (Cliché des Autors)
Resultierende Schwingung der Komponenten der Fig. 1.

Das charakteristische dieser Schaltung, wegen des hierzu nötigen vierten Leiters *Vierleiterschaltung* genannt, ist nun die Spannungsverteilung, die sich bei dieser Anordnung einstellt. Setzen wir zunächst voraus, wir hätten ein Netz mit völlig

isoliertem Nullpunkt, also ohne Erdschlusspulen, dann verteilen sich die Spannungen auf den vier Leitern nach dem Verhältnis der Teilkapazitäten dieser Leiter. Die drei Drehstromphasen werden also zunächst einmal ihre gleich hohe Phasenspannung gegen Erde haben (z. B. 64 kV beim 110 kV-System) und der vierte Leiter wird keinerlei 50periodige Spannung führen, weil der Nullpunkt symmetrisch zum Drehstromsystem liegt. Die Einphasenspannung dagegen wird sich entsprechend dem Verhältnis der Teilkapazitäten der drei Drehstromleiter einerseits zum vierten Leiter andererseits zu $^3/_4$ auf den vierten Leiter legen und nur zu $^1/_4$ auf die Drehstromleiter, d. h. also: bei einer Bahnspannung von 60 kV überlagern sich im Drehstromsystem nur 15 kV, im vierten Leiter dagegen 45 kV. Das ist schon recht günstig, weil die Isolationsbeanspruchung des Drehstromsystems durch die zusätzliche Bahnspannung dadurch in sehr geringen Grenzen bleibt. Hat das Drehstromsystem nun Erdschlusspulen, so wird die Spannungsverteilung noch günstiger, denn durch die Erdung des Drehstrom-Nullpunkts über die für $16^2/_3$ Per/sec eine nur sehr geringe Reaktanz bildende Spule wird die Einphasenspannung völlig auf den vierten Leiter hinübergeschoben, während die drei Drehstromleiter von zusätzlicher Einphasenspannung praktisch so gut wie frei bleiben. Diese Spannungsverteilung ist in den Fig. 4 bis 6 graphisch aufgetragen. In Fig. 4 sieht man, wie vom Nullpunkt aus die 50periodige Drehstromspannung bis zu den Wicklungsenden des Transformators ansteigt, in Höhe der Phasenspannung auf der Leitung liegen bleibt und in der Wicklung des Bahntransformators bis zu dessen Nullpunkt wieder den Wert 0 annimmt. Umgekehrt ist es mit der $16^2/_3$-periodigen Einphasenspannung. Diese ist durch die Erdschlussspule innerhalb der Drehstromleitung auf dem Wert 0 festgehalten und steigt dann in der Wicklung des Bahntransformators bis auf den vollen Wert der verketteten Betriebsspannung (z. B. 60 kV) an, die dann auf dem vierten Leiter liegen bleibt. Wählt man also beispielsweise die verkettete Bahnspannung gleich der Drehstromphasenspannung, so haben im normalen Betrieb alle vier Leiter genau gleiches Potential gegenüber Erde. Man ersieht dies auch sehr deutlich aus Fig. 5, in welcher die Potentialverteilung bei 110 kV Drehstrom- und 66 kV Bahnstromspannung eingetragen ist. Die gleiche Figur veranschaulicht auch die Verhältnisse bei Erdschluss auf den einzelnen Leitern. Durch den Erdschluss wird die bei normalem Betrieb bestehende Symmetrie der Spannungsverteilung empfindlich gestört. Das ist schon bei der gewöhnlichen Drehstromübertragung so und naturgemäss erst recht bei Doppelfrequenzbetrieb. Wir unterscheiden zwei Fälle: Erdschluss auf einem Leiter des Drehstromsystems und Erdschluss des vierten Leiters. Im ersten Falle schwingt die Spannung der beiden gesunden Drehstromphasen wie üblich auf den verketteten Wert; die Spannung der erdgeschlossenen Phase geht auf Null herunter. Dagegen erhält jetzt der Nullpunkt der Dreiphasenwicklungen und damit auch der vierte Leiter eine 50periodige Vorspannung in Höhe der Drehstrom-Phasenspannung und darauf setzt sich die vorher schon bestehende Einphasen-Betriebsspannung, so dass die aus Fig. 5*b* ersichtlichen Spannungswerte resultierend zustande kommen. Im

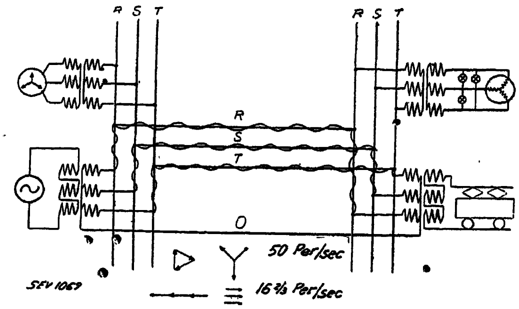


Fig. 3.
Prinzip der Vierleiterschaltung.

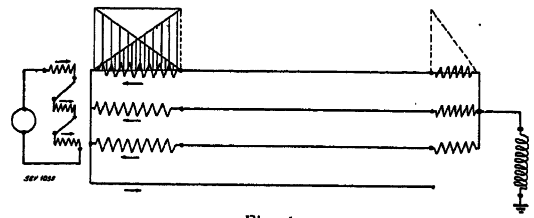


Fig. 4.
Teilspannungen bei Doppelfrequenzbetrieb.

zweiten Fall geht die Spannung des erdgeschlossenen vierten Leiters auf Null herunter, die drei Drehstromleiter werden dadurch auf ihrer Drehstromphasenspannung festgehalten und hierauf setzt sich gleichphasig in allen drei Leitern die Einphasen-Betriebsspannung; Endwert siehe Fig. 5*c*. In beiden Fällen überschreiten die höchsten auftretenden Spannungsbeanspruchungen nur um weniges die betriebsmässige Isolation, so dass in Anbetracht des Sicherheitsgrades der Isolation unserer Leitungen auch bei Erdschluss die resultierende Spannungsbeanspruchung ausgehalten werden kann. Für schweizerische Verhältnisse mit 60–66 kV Bahnspannung und 110–120 kV Drehstromspannung kann die Isolation der Drehstromseite jedenfalls unverändert bleiben, während die Isolation der an die Simultanstrecke angeschlossenen Bahnunterwerke auf 120 kV bemessen werden muss.

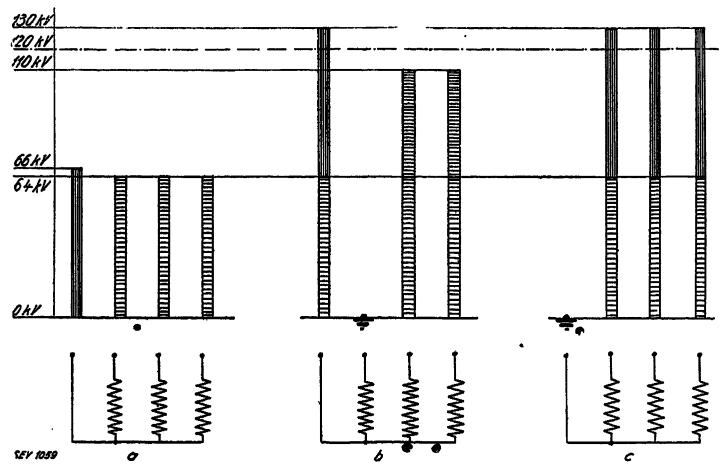


Fig. 5.
Potentialverteilung bei Doppelfrequenzbetrieb.

Für deutsche Verhältnisse liegt die Sache etwas schwieriger, soweit die Bahnspannung von 110 kV beibehalten werden soll. Hierfür habe ich in jüngster Zeit folgende Variante entwickelt: In Fig. 6 ist eine Drehstromübertragung zwischen zwei mit Petersenspule versehenen Unterwerken dargestellt. Gleichzeitig wird auf der Drehstromleitung und über den hinzugefügten vierten Leiter Bahnstrom in der bisher geschilderten Weise übertragen. Die neuartige Ergänzung besteht darin, dass die drei Kesselölschalter der Bahntransformatoren beim Abschalten die drei freien Wicklungsenden der Bahntransformatoren an Erde, d. h. an das Erdseil der Leitung und möglichst zugleich auch an die Schienenerde des ganzen Bahnnetzes legen. Im normalen Betrieb sind die Bahntransformatoren also über die drei starken Kupferleiter der Drehstromleitung rückgeschlossen. Sobald jedoch im Drehstromnetz ein Erdschluss erfolgt, spricht ein Erdschlussrelais an und wirkt augenblicklich auf die drei Kesselölschalter der Bahntransformatoren dahin ein, dass diese jeden Bahntransformator vom Drehstromnetz trennen und einseitig an Erde legen. Solange die Drehstromphase an Erde liegt, wird automatisch auch das Bahnstromsystem einpolig an Erde gelegt, aber in einer Weise, die für diese Zeit eine Ueberlagerung des vierten Leiters mit der Drehstromphasenspannung ausschliesst, indem für die Dauer der Störung eine Abtrennung der beiden Netze voneinander stattfindet. Nach Beseitigung des Erdschlusses werden die Bahnstromtransformatoren wieder über die Drehstromleitung rückgeschlossen und die Erdseilverbindung aufgehoben. Erfolgt umgekehrt auf dem vierten Leiter ein Erdschluss, so wirken auch hier die dafür vorgesehenen Erdschlussrelais (abhängig von der $16^2/_3$-periodigen Spannung

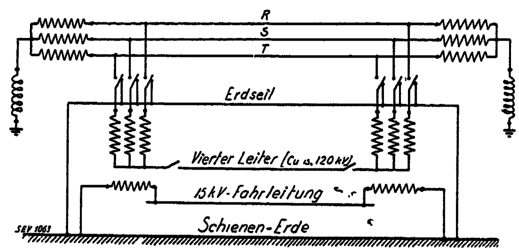


Fig. 6.
Prinzipschema der Mitübertragung von Bahnstrom beliebiger Spannung über Drehstromleitungen ohne Transformation des Bahnstromes am Anfang und Ende der mitbenutzten Leitung.

auf der Drehstromseite) auf die drei Kesselölschalter der Bahntransformatoren ein und legen die Bahntransformatoren auch auf der andern Seite an Erde unter Abtrennung vom Drehstromnetz. Hierdurch wird auf der erdschlussbehafteten Teilstrecke der Erdschluss zum Kurzschluss, und die betreffende Teilstrecke wird durch den normalen Ueberstromschutz selektiv abgeschaltet; auf den gesunden Leitungsteilen geht der Bahnstrombetrieb zunächst unter Rückschluss auf das Erdseil, dann wieder unter Rückschluss über die Drehstromleitung ungestört weiter.

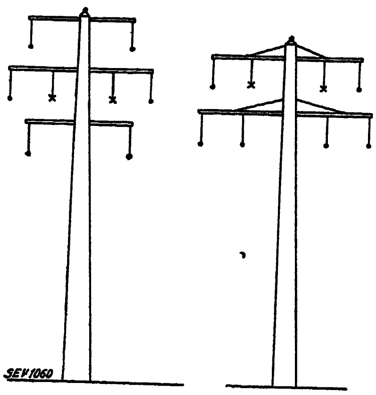


Fig. 7.
Mastbilder bei Doppelfrequenzbetrieb.

Diese Anordnung gestattet vor allem die unmittelbare Mitübertragung von Bahnstrom beliebiger Spannung über Drehstromleitungen *ohne Transformation* des Bahnstroms am Anfang und Ende der mitbenutzten Leitung. Während des normalen Betriebes bieten sich dem Bahnstrom die grossen Kupferquerschnitte der Drehstromleitung, so dass wesentlich niedrigere Uebertragungsverluste entstehen; dagegen werden bei Störungen durch Erdschluss die unangenehmen Spannungserhöhungen einzelner Leiter auf die normalen verketteten Betriebsspannungen der einzelnen Systeme beschränkt, so dass keinerlei Ueberbeanspruchung der Isolation stattfindet bzw. keine höhere, als die normale Isolation der Einzelsysteme nötig ist.

Die Fig. 7 bis 9 zeigen die einzelnen Bauelemente bei Doppelfrequenzbetrieb; Fig. 7 zeigt die Mastbilder, Fig. 8 die Transformatorschaltungen der Bahntransformatoren mit magnetischem Rückschluss.

Die Vereinigung von vier Transformatoren nebst Doppelsammelschiene zu einem Bahnunterwerk zeigt Fig. 9. Das Rückgrat dieses Unterwerks ist die Vierleiter-Doppelsammelschiene. Die zusammengehörenden 3 + 1 Leiter laufen je auf einem Querträger des Eisengerüsts. Symmetrisch in der Mitte laufen die beiden vierten Leiter. Von der Doppelsammelschiene laufen nach der einen Seite die Leitungsverbindungen, und zwar vier Seile als Einschleifung zu den Bahnstromleitern und zwei mal drei Seile als Rückführung des Bahnstroms zu den beiden Drehstromsystemen. Die Abtrennung der Leitungsverbindungen erfolgt in üblicher Weise über drei bzw. einen Kesselölschalter. Nach der andern Seite sind an die Doppelsammelschiene die Bahntransformatoren angeschlossen, jeder über einen einpoligen Oelschalter für den vierten Leiter und einen dreipoligen Oelschalter für die Rückführung zu den Drehstromleitern. Die 15 kV-Seite ist gegenüber der bisherigen Ausführung völlig unverändert.

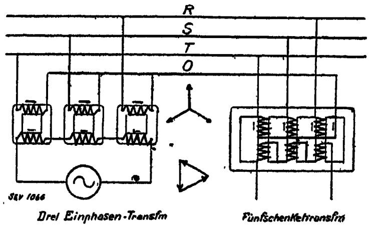


Fig. 8.
Transformatorschaltungen.

Ein solches Unterwerk für Doppelfrequenz-Betrieb mit 15 000 kVA Transformatorenleistung und 70/15 kV Betriebsspannung, jedoch isoliert für 135 kV hochvoltseitig, wurde von der Reichsbahn Direktion (RBD) Stuttgart im Detail durchprojektiert. Dabei zeigte sich, dass eine sehr übersichtliche und klare Gliederung von Sammelschiene, Transformatoren und Oelschaltern möglich ist, die hinter der eines gewöhnlichen Einphasen-Unterwerks nicht zurücksteht. Der Platzbedarf wird allerdings etwas grösser, nämlich 18000 m² gegenüber 16800 m² in gewöhnlicher Einphasenausführung. Die Kosten für den Hochvoltteil des Unterwerks betragen infolge der höheren Isolation der ganzen elektrischen Ausrüstung $1{,}40 \times 10^6$ Mark gegenüber $1{,}05 \times 10^6$ Mark bei gewöhnlicher Einphasenausführung bei 110 kV. Der *Hochvolt*teil des Unterwerks wird also um rund 33% teurer.

Werden abwechselnd solche Bahnunterwerke in Vierleiterschaltung und normale Drehstrom-Umspannwerke an einen Leitungszug durch Einschleifung angeschaltet, so entsteht ein grösseres Doppelfrequenz-Uebertragungssystem, wie in Fig. 10 zu sehen ist. Auf diesem Bild ist zugleich dargestellt, wie der Bahnstrom eines normalen Zweileiter-Einphasensystems an geeigneter Stelle ohne Transformation über (für $16^2/_3$ Per/sec reaktanzfreie) Nullpunktspulen in das Drehstromsystem eingeführt werden kann. Dabei ist der oben besprochene Grundgedanke durchgeführt, dass im störungsfreien Betrieb das Drehstromsystem als Rückweg für den Einphasenstrom dient, während bei drehstromseitigem Erdschluss alle Bahntransformatoren und die Nullpunktdrosselspulen einpolig durch Relaisauslösung vom Drehstromsystem abgetrennt und an Erde gelegt werden; hierdurch entfallen bei Erdschluss alle zusätzlichen Potentialverschiebungen und es kann bei 110 kV-Isolation aller vier Leiter und angeschlossenen Apparate und Schalter 110 kV Drehstrom und 110 kV Bahnstrom übertragen werden. Verzichtet man auf die einpolige Abtrennung bei Erdschluss, so kann die Bahnspannung nur auf 66—70 kV festgelegt werden, während die bahnseitige Isolation ca. 120 kV betragen muss. Das einpolige Schaltbild einer auf dieser Grundlage projektierten Doppelfrequenz-Uebertragung zeigt Fig. 11. Hier ist die von München her über Meitingen-Niederstotzingen-Stuttgart-Pforzheim nach Karlsruhe - Scheibenhardt verlaufende Drehstrom-Doppelleitung nach Aufbringung zweier vierter Leiter zur Mitübertragung von Bahnstrom vorgesehen. An dieser Leitung hängen bereits sechs reine Drehstrom-Unterwerke; angeschaltet würden weitere vier Bahn-Unterwerke in Doppelfrequenz-Schaltung und ein Bahnkraftwerk, ausserdem eine Einführungsstelle für den teilweise aus dem bayerischen Einphasennetz zu beziehenden Bahnstrom. Die bisherigen Kostenberechnungen für dieses Projekt lassen folgendes erkennen:

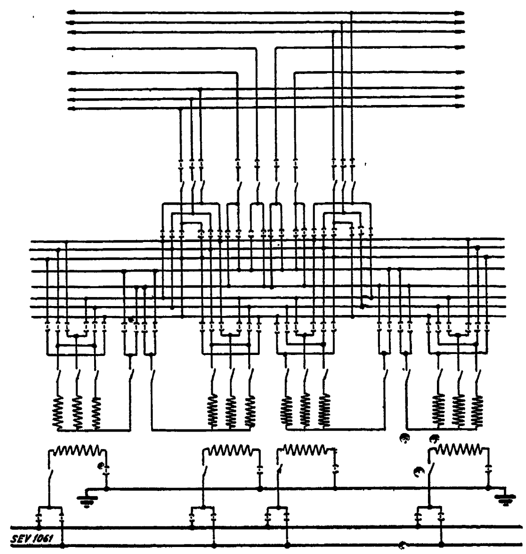


Fig. 9.
Generelles Schema eines Bahnunterwerkes 70 kV.

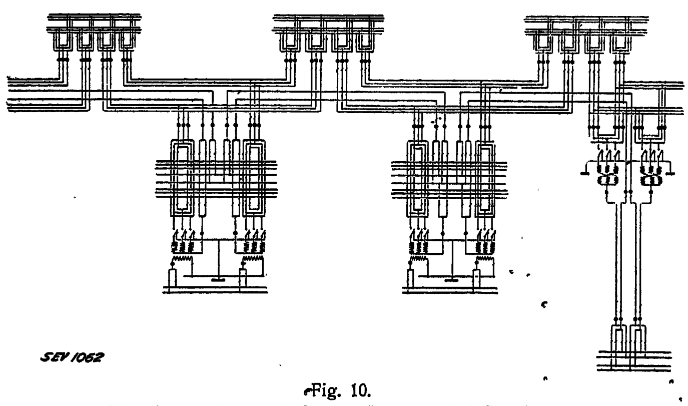


Fig. 10.
Vierleiterschaltung mit System-Trennung bei Erdschluss.
Die grossen Punkte bedeuten Oelschalter, die schrägen Querstriche in den Leitern Trenner.

Der Umbau einer bestehenden 110 kV-Leitung von sechs Leitern auf acht Leiter unter gleichzeitiger Verstärkung der Leitung gegen Torsion kostet pro km durchschnittlich ca. 12000 Mark bzw., wenn die Leitung schon verdrehungssicher ist, ca. 9000 Mark. Jedes Bahnunterwerk in Vierleiterschaltung kostet ca. 350000 Mark mehr als in normaler Zweileiteranordnung. Ausserdem müssen an der Anschaltstelle der Bahnunterwerke gewisse zusätzliche Leitungsbauten ausgeführt werden, je nach

der geographischen Lage des Bahnunterwerks zur Drehstromleitung, die pro Unterwerk im Mittel mit ca. 60 000 Mark einzusetzen sind. Dafür kommt die besondere Einphasen-Doppelleitung mit ca. 25 000 Mark Baukosten pro km in Wegfall.

Der grundsätzliche Abgleich ergibt also für eine Netzlänge von beispielsweise 300 km mit vier Bahnunterwerken und einem Bahnkraftwerk

Mehrkosten:

Zwei weitere Leiter auf 300 km Länge . . .	300 · 12 000	= 3,60 · 10^6 M
Mehrkosten von 4 Unterwerken	4 · 350 000	= 1,40 · 10^6 M
Mehrkosten für Hochvoltteil des Kraftwerks . .	1 · 400 000	= 0,40 · 10^6 M
Mehrkosten für vier zusätzliche Einschleifungen	4 · 60 000	= 0,24 · 10^6 M
		5,64 · 10^6 M

Minderkosten:

Wegfall von 300 km Doppelleitung zu 25 000 Mark	= 7,50 · 10^6 M

Ersparnis:

Für 300 km Netzlänge . . .	1,86 · 10^6 M

d. h. pro 100 km Netzlänge eine Ersparnis von 620 000 Mark = ca. 25 % der Baukosten einer getrennten Einphasenleitung. Diese grundsätzlichen Ergebnisse gelten dann, wenn der Bahnstrom am Anfang und Ende der Doppelfrequenz-Betriebsstrecke entweder von einem in Vierleiterschaltung arbeitenden Bahnkraftwerk oder von einem getrennten Bahnnetz her ohne nochmalige Transformation eingeführt wird. Wird aus betrieblichen Gründen eine Aenderung der Spannung und daher eine Transformierung des Bahnstroms am Anfang oder Ende der Doppelfrequenzstrecke nötig, so bringt dies erhebliche zusätzliche Kosten, die in solchen Fällen keine grosse Ersparnis mehr übrig lassen.

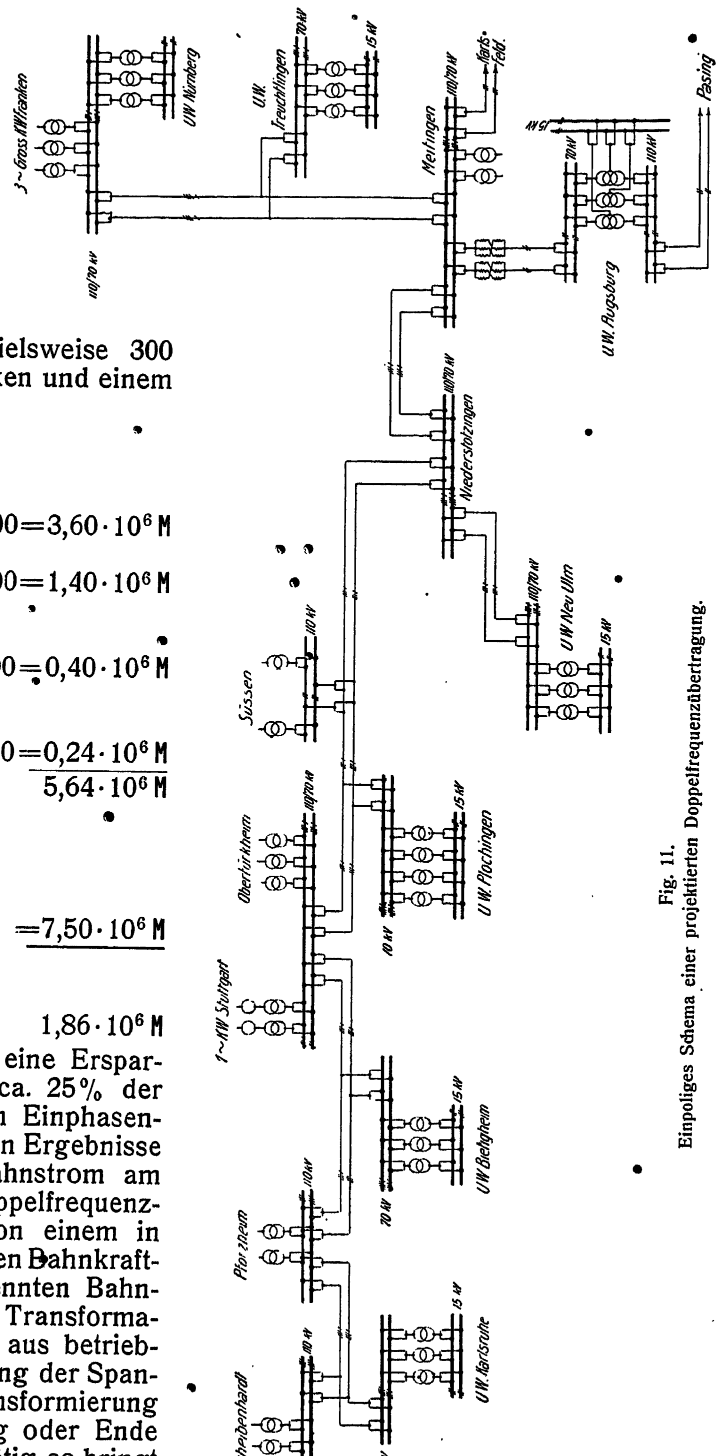


Fig. 11. Einpoliges Schema einer projektierten Doppelfrequenzübertragung.

Seine vollen wirtschaftlichen Vorteile entfaltet also der Doppelfrequenzbetrieb dort, wo Uebertragungen über grössere Streckenlängen mit einheitlicher Bahnbetriebsspannung vom Kraftwerk aus in Frage kommen; für kürzere Streckenlängen ist er wirtschaftlich nur dann günstig, wenn unter Benutzung der Abtrennung vom Drehstromnetz bei Erdschluss das Bahnstromsystem sich einpolig erden lässt, ohne dass eine elektrische Trennung der Simultan-Bahnstromstrecke von der normalen Einphasen-Leitungsstrecke verlangt wird.

Statische Kondensatoren zur Verbesserung des Leistungsfaktors in ihrer Rückwirkung auf das Netz.

Von *Max Hürbin*, Ingenieur
der Technischen Prüfanstalten des S. E. V., Zürich.

621.315+621.312(0065)

Es wird gezeigt, dass die Kapazität eines an ein Verteilnetz angeschlossenen Kondensators mit der Induktivität des Netzes einen Schwingungskreis bildet, welcher durch Resonanzerscheinungen Anlass zu Verzerrungen der Strom- und Spannungskurve gibt. Die Grössenordnung der Induktivität eines Verteilnetzes ist aber derart, dass Resonanz nur mit Oberwellen zustande kommen kann. Anhand von theoretischen Ueberlegungen und Oszillogrammen wird untersucht, wie hoch in der Praxis derartige Resonanzüberspannungen werden können. Diese Ueberspannungen erreichen keine für die Isolation der Anlage gefährliche Höhe. Die Verzerrung der Spannungskurve ist im wesentlichen auf den Kondensator und die mit dessen Kapazität sich in Resonanz befindliche Induktivität, welche in der Hauptsache Streuinduktivität des direkt speisenden Transformators ist, beschränkt und tritt auf der Primärseite dieses Transformators nicht auf. Behandelt werden ferner Einschaltvorgänge und die zusätzlichen Verluste durch Oberströme. Zum Schlusse streift der Autor die Beeinflussung der Angaben der Messinstrumente durch verzerrte Strom- und Spannungskurven.

L'auteur montre que la capacité d'un condensateur branché sur un réseau de distribution constitue avec l'inductivité de celui-ci un circuit oscillant dont la résonance provoque la distorsion des courbes de courant et de tension. Mais l'ordre de grandeur de l'inductivité d'un réseau de distribution est tel que la résonance ne peut se produire qu'avec les harmoniques supérieurs. En partant de considérations théoriques et à l'aide d'oscillogrammes, l'auteur examine quelle amplitude peuvent atteindre dans la pratique des surtensions de résonance de ce genre. Ces surtensions ne sont pas dangereuses pour l'isolation de la ligne. La distorsion de la courbe de tension est localisée essentiellement au condensateur et à l'inductivité formant résonance avec lui, laquelle se compose principalement de l'inductivité par dispersion du transformateur d'alimentation directe; elle n'apparaît pas du côté primaire de ce transformateur. Cette étude traite ensuite des phénomènes d'enclenchement et des pertes additionnelles dues aux harmoniques. Pour finir l'auteur effleure l'influence de la distorsion des courbes de courant et de tension sur les indications des instruments de mesures.

Einleitung.

Statische Kondensatoren zur Verbesserung des Leistungsfaktors in Verteilnetzen gewinnen infolge ihrer Einfachheit in Bedienung und Aufbau und ihrer geringen Verluste in neuerer Zeit an Interesse. Auch die Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (E. K. Z.) haben dieser Kompensationsmethode ihre Aufmerksamkeit geschenkt und zur Abklärung derjenigen elektrischen Vorgänge, welche mit dem Anschluss von Kondensatoren verbunden sind, die Technischen Prüfanstalten des S. E. V. mit der Durchführung einer grösseren Anzahl oszillographischer Versuche beauftragt. Diese Untersuchungen wurden teils in den Unterwerken Thalwil und Aathal der E. K. Z., teils im Laboratorium der Technischen Prüfanstalten vorgenommen. Die vorliegende Arbeit soll nun die theoretischen Grundlagen zu den auf experimentellem Wege erhaltenen Ergebnissen liefern und zugleich die Schlussfolgerungen aus den sowohl durch Ueberlegung als durch Versuche gewonnenen Erkenntnisse ziehen.

1. Ursachen der Kurvenverzerrung.

Der sich aus dem Anschluss eines Kondensators an irgend einer Stelle eines Netzes ergebende Stromkreis kann immer durch das in Fig. 1 wiedergegebene Er-

satzschema dargestellt werden. Induktivität (Streuinduktivität von Generatoren und Transformatoren, sowie Leitungsinduktivität) λ, Ohmscher Widerstand r und Kapazität (des Kondensators) C sind in Reihe geschaltet.

Die Impedanz dieses Stromkreises berechnet sich nach folgender bekannten Gleichung:

$$Z = \sqrt{r^2 + \left(\omega\lambda - \frac{1}{\omega C}\right)^2}.$$

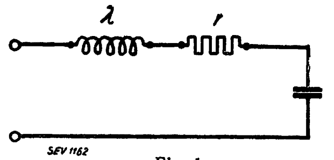


Fig. 1.
Streuinduktivität, Ohmscher Widerstand und Kapazität in Reihe.

Trägt man Z in Funktion der aufgedrückten Frequenz f bezw. Kreisfrequenz $\omega = 2\pi f$ für verschiedene Kapazitätswerte und konstante Induktivität auf, so erhält man Kurven, wie sie in Fig. 2 dargestellt sind. Dieselben weisen je ein Minimum auf entsprechend der Eigenschwingungszahl für kleinen Dämpfungswiderstand $\omega = \nu = \frac{1}{\sqrt{\lambda C}}$ und der zugehörigen Impedanz $Z = r$. Oberhalb der Eigenfrequenz nähern sich die Kurven asymptotisch der Geraden $Z_\infty = \omega\lambda$. Da für die Eigenfrequenz des Stromkreises seine Impedanz ein Minimum ist, so werden sich beim Aufdrücken einer nicht rein sinusförmigen Spannung jeweils diejenigen Oberwellen in der Stromkurve besonders ausprägen, welche mit ihrer Frequenz der Eigenfrequenz am nächsten kommen (Resonanz). Bei Anschluss eines Kondensators an ein Netz tritt also der Fall *nicht* ein, dass derselbe für Oberwellen um so „durchlässiger" ist, je höher deren Ordnungszahl ist, wie das nach dem Ausdruck für die Reaktanz $X_C = \frac{1}{\omega C}$ zutreffen müsste, da die Kondensatorströme immer auch die stets vorhandenen Induktivitäten zu durchfliessen haben. Letztere machen sich aber mit steigender Periodenzahl immer mehr geltend, entsprechend $X_\lambda = \omega\lambda$.

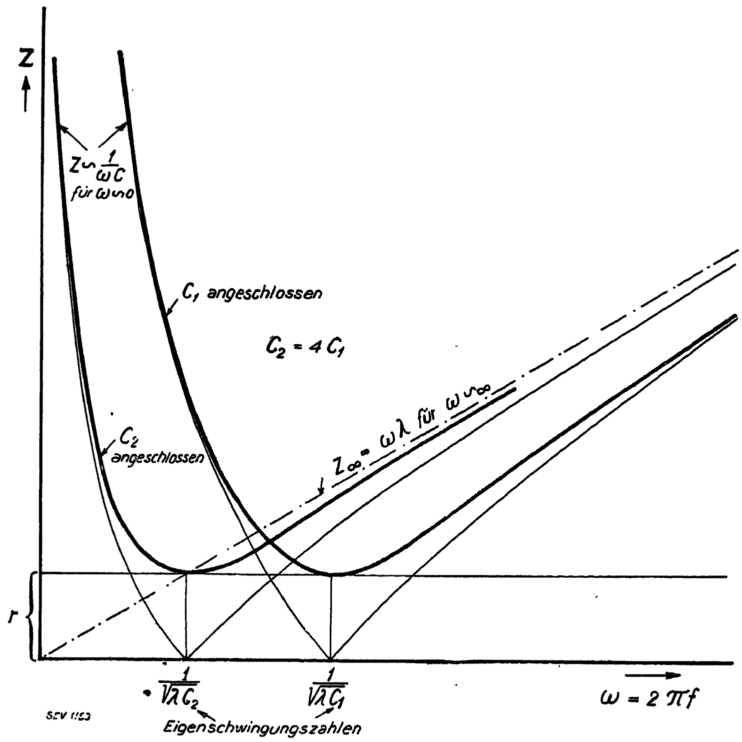


Fig. 2.
Impedanz des Stromkreises nach Fig. 1 in Funktion der Frequenz für zwei verschiedene Kapazitäten.

Anhand vorstehender Ausführungen sollte man nun offenbar bei Anschluss eines Kondensators in einem bestimmten Netzpunkt diejenige Oberwelle, welche zur Resonanz kommt, rechnerisch vorausbestimmen können. Die Verhältnisse liegen jedoch in Wirklichkeit nicht so einfach; denn einerseits ändert die im betrachteten Netzpunkt herrschende Spannung ihre Kurvenform infolge veränderten Schaltzustandes sowie variabler Belastungsverhältnisse, anderseits ist aus denselben Gründen und als Folge der Kompliziertheit im Aufbau der Netze die in Betracht kommende Induktivität unmöglich genau zu definieren. Immerhin lässt sich in einfachen

Fällen unter gewissen Vernachlässigungen die wirksame Induktivität annähernd berechnen, so dass es möglich ist, die Behauptung, nach welcher immer diejenige höhere Harmonische im Kondensatorstrom besonders hervortritt, welche der Eigenfrequenz am nächsten kommt, mit Hilfe von Oszillogrammen zu belegen. Bei diesbezüglichen Versuchen im Unterwerk Aathal der E.K.Z. war an einen Dreiphasen-Transformator 280 kVA, 8550/540 V, 50 Per/s, ⅄/⅄ Schaltung und 5,6 % Kurzschlusspannung ein in Dreieck geschalteter dreiphasiger Kondensator für 21 kVA Blindleistung angeschlossen. Den im Transformator primär- und sekundärseitig fliessenden Strom zeigt das Oszillogramm der Fig. 3. Die 13. Harmonische mit 650 Per/s tritt hierin deutlich hervor. Die Nachrechnung der Resonanzbedingung kann unter der Annahme durchgeführt werden, dass die ganze wirksame Induktivität in der Streuinduktivität des zunächst liegenden Transformators enthalten sei. Die auf die Unterspannungsseite reduzierte Induktivität des weiter rückwärts sich ausbreitenden Netzes ist im Vergleich dazu klein, da der Ausbau dieses Netzes bei ungefähr gleichen prozentualen Spannungsabfällen für ein vielfaches der Leistung des vorerwähnten Transformators bemessen ist. Diese vereinfachende Annahme gibt naturgemäss etwas zu hohe Resonanzfrequenzen, wird aber dennoch in den meisten Fällen brauchbare Anhaltspunkte ergeben.

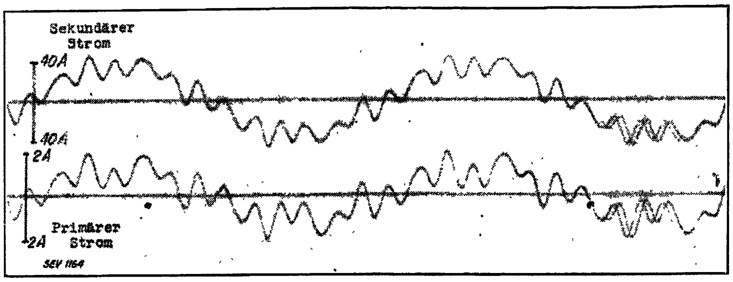


Fig. 3.
Verzerrung der Stromkurve durch angeschlossenen Kondensator.
Dreiphasen-Transformator 280 kVA belastet mit Kondensator 3 × 7 kVA.

Sind im vorliegenden Falle die Streuinduktivität des Transformators pro Phase $\lambda = 0{,}182$ mH, die Kapazität des Kondensators pro Phase, Kondensator in Dreieckschaltung $C = 89\ \mu F$, so ergibt sich daraus die Resonanzfrequenz $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{3\lambda C}} = 720$ Per/s. Von den in einem verketteten Dreiphasensystem möglichen höheren Harmonischen kommt in der Tat die dreizehnte der gerechneten Eigenfrequenz am nächsten.

2. *In Netzspannungen vorkommende Oberwellen und deren Ursprung.*

Bevor näher auf die Art und Weise, wie sich die Resonanz auswirkt, eingetreten wird, sei noch kurz untersucht, mit was für Oberwellen man es in Dreiphasennetzen zu tun hat. Da Einphasennetze nur für Zwecke der Beleuchtung ($\cos\varphi = 1$) und der Traktion (niedere, für Kondensatorenkompensation unwirtschaftliche Frequenz) vorkommen, fallen diese für die vorliegende Untersuchung ausser Betracht. Ebenso kommt der Anschluss von Kondensatoren an die Phasenspannung, d. h. zwischen Nulleiter und einem Aussenleiter nicht in Frage. Man kann sich daher auf die Analyse der Kurve der verketteten Dreiphasen-Spannung beschränken. Für Wechselstromkurven im allgemeinen gilt, dass normale Oberwellen gerader Ordnungszahl zufolge des Stromerzeugungsprinzips nicht vorkommen, abgesehen von einem Sonderfall zeitlich beschränkter Periodizität, auf den weiter unten noch eingetreten werden soll. Ferner sind alle durch 3 teilbaren ungeraden höheren Harmonischen wie die 3., 9. usw. in den drei Phasen unter sich in Phase, so dass sie nur in der Phasenspannung, nicht aber in der verketteten Spannung zum Vorschein kommen. Die Oberwellen niederer Ordnungszahl, wie 5. und 7. Harmonische, sind bedingt durch die Ankerrückwirkung, speziell in Gene-

ratoren mit ausgeprägten Polen, ferner durch die Magnetisierungsströme von Transformatoren und Asynchronmotoren. Durch die Feldpulsationen, herrührend von der Nutung des Stators, werden in Dreiphasengeneratoren Oberwellen in der Spannung induziert von der Ordnungszahl $3 \cdot 2 \cdot q$, wenn mit q die Anzahl Nuten pro Pol und Phase bezeichnet ist. Diese Oberschwingungen weisen nun die Besonderheit auf, dass sie in jeder Halbperiode der Grundwelle in ihrer Phase eine sprunghafte Verschiebung von 180^0 erleiden, wodurch die Symmetrie bezüglich der Nullinie zwischen positiver und negativer Halbwelle wiederum gewährleistet ist. In der verketteten Spannung erscheint diese Art Oberwellen auf einen Bereich von 120^0 mit der doppelten Amplitude wie in der Phasenspannung, in den anschliessenden 60^0 jedoch verschwinden sie vollständig. Die Ordnungszahl der Nutenoberschwingungen in Generatoren liegt meistens zwischen 12 und 30. Die höchsten Periodenzahlen von Oberwellen in der Grössenordnung von 2000 bis 3000 Per/s entstehen als Folge der Stator- und Rotornutung in Asynchronmotoren. Auf die näheren Umstände, die zu all diesen Erscheinungen führen, einzudringen, ist hier nicht der Ort; es genügt der Hinweis, mit welchen Harmonischen man es im vorliegenden Fall tatsächlich zu tun hat.

3. Höhe der Resonanzüberspannungen.

Sind nun die Bedingungen für Resonanz erfüllt, so ist die nächstliegende Frage die, welche Ueberspannung bezüglich der eingeprägten Spannung gegebenenfalls am Kondensator bzw. der vorgeschalteten Induktivität (Transformator) auftritt. Bei Resonanz sind die vom Strom in der Induktivität resp. Kapazität induzierten elektromotorischen Kräfte einander entgegengesetzt gleich; sie heben sich somit auf und die Stromstärke stellt sich einzig und allein nach der Grösse des Ohmschen Widerstandes ein.

Bezeichnet man mit:

E die eingeprägte EMK
E_C die Spannung am Kondensator
E_λ die Spannung an der Induktivität,

so ergeben sich für den Resonanzfall, wo $\omega = \frac{1}{\sqrt{\lambda C}}$ ist, folgende Verhältnisse:

$$E_C = \frac{I_r}{\omega C} = \frac{I_r \sqrt{\lambda C}}{C} = I_r \sqrt{\frac{\lambda}{C}}$$

$$E_\lambda = I_r\, \omega\lambda = \frac{I_r\, \lambda}{\sqrt{\lambda C}} = I_r \sqrt{\frac{\lambda}{C}}$$

und da

$$I_r = \frac{E}{r}$$

$$E_C = E_\lambda = E\,\frac{\sqrt{\frac{\lambda}{C}}}{r}. \qquad (1)$$

Der Ausdruck $\sqrt{\frac{\lambda}{C}}$ hat die Dimension eines Widerstandes und wird Schwingungswiderstand genannt. Die am Kondensator auftretende Ueberspannung ist somit proportional dem Produkt aus eingeprägter EMK und dem Quotienten aus Schwingungswiderstand und Ohmschem Widerstand (siehe auch Fig. 4).

Von allen Harmonischen einer verzerrten Spannungskurve nimmt nun die Grundharmonische bezüglich der Grösse ihrer Amplitude eine Sonderstellung ein. Nimmt man deren Höhe zu 100 % an, so bewegen sich die entsprechenden Werte aller höheren Harmonischen praktisch innerhalb 5 %. Es würde nun ganz beson-

ders der Fall gefährlich werden, wo es zur Resonanz mit der Grundwelle der Spannungskurve kommt. Es soll deshalb zunächst untersucht werden, wie es in der Praxis mit dieser Möglichkeit steht. Zu diesem Zwecke gibt man der Gleichung $\nu = \frac{1}{\sqrt{\lambda C}}$ (2) für die Resonanzbedingung eine für praktische Rechnungen etwas geeignetere Fassung. Unter Beiziehung der Gleichungen $E_\lambda = I \omega \lambda$ und $I_c = E \omega C$ erhält man durch Substitution in Gl. (2):

$$\nu = \frac{\omega}{\sqrt{\frac{E_\lambda I_c}{E I}}}. \tag{2a}$$

E und I sind Nennspannung bzw. Nennstromstärke des betrachteten Stromkreises. Rechnet man für den praktisch ungünstigsten Fall mit einem induktiven Spannungsabfall von 20 % für den Strom I und einem Kondensatorstrom, der gleich der doppelten Nennstromstärke ist, so würde das Verhältnis Eigenfrequenz zu aufgedrückter Frequenz:

$$\frac{\nu}{\omega} = \frac{1}{\sqrt{0{,}2 \cdot 2}} = 1{,}58.$$

Um auf den Wert 1 herunterzukommen, müsste der Ausdruck unter dem Wurzelzeichen noch 2,5 mal grösser werden, was in Wirklichkeit kaum jemals zutreffen dürfte. Zu demselben Ergebnis gelangt man schon durch die einfache Ueberlegung, dass für Resonanz mit der Grundwelle die vom Kondensator-Ladestrom induzierte Streuspannung im Transformator und den Zuleitungen gleich der Klemmenspannung am Kondensator sein müsste. Die Resonanzbedingung könnte also erst in einem Netz mit mindestens 50 % induktivem Spannungsabfall, ein praktisch ausgeschlossener Wert, erfüllt werden.

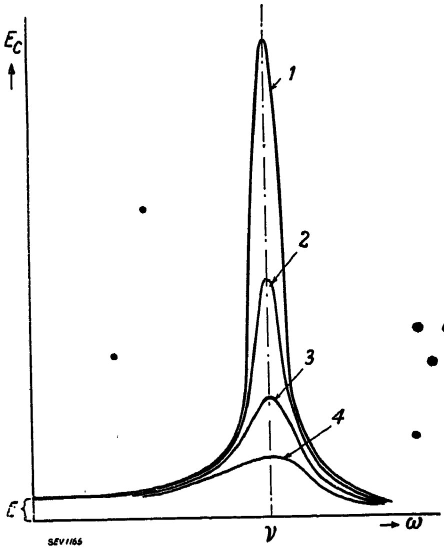


Fig. 4.

Resonanzkurven für variables $\frac{\sqrt{\frac{\lambda}{C}}}{r}$.

Kurve 1	$\frac{\sqrt{\frac{\lambda}{C}}}{r}$	= 100 %
„ 2	„	= 50 %
„ 3	„	= 25 %
„ 4	„	= $12\frac{1}{2}$ %

Nachdem man sich darüber klar geworden ist, dass in einem Netz, welches mit Kondensatoren kompensiert wird, Resonanz nur mit höheren Harmonischen möglich ist, so sei im folgenden an Hand eines Beispiels untersucht, auf welchen Betrag im ungünstigsten Fall die Resonanzüberspannung ansteigen kann. Zu diesem Zweck greift man wiederum auf die Gleichung (1) zurück und formt sie, den Bedürfnissen besser entsprechend, um.

$$E_c = E \frac{\sqrt{\frac{\lambda}{C}}}{r} = E \frac{\sqrt{\frac{E_\lambda \, \nu E}{\nu I \, I_c}}}{\frac{E_r}{I}} = E \sqrt{\frac{E_\lambda}{E_r}} \frac{1}{\sqrt{\frac{E_r I_c}{E\, I}}} \tag{1a}$$

Die Gleichung für E_c zeigt, dass die Resonanz um so ausgesprochener ist, je grösser der prozentuale induktive Spannungsabfall und je kleiner der entsprechende Ohmsche Spannungsabfall und der Ladestrom des Kondensators sind. Es sei demzufolge das Beispiel wie folgt gewählt:

induktiver Spannungsabfall $E_\lambda = 8\ \%$,
ohmscher Spannungsabfall $E_r = 2\ \%$,

Kondensatorstrom bei Kompensierung von $\cos\varphi = 0{,}7$ auf $0{,}8$ $\Big\}$ $I_c = 25\%$ des Nennstromes.

$$E_c = E\sqrt{\frac{8}{2}}\,\frac{1}{\sqrt{0{,}02 \cdot 0{,}25}} = 28\,E.$$

$$\text{für } \nu = \frac{\omega}{\sqrt{0{,}08 \cdot 0{,}25}} \sim 7\,\omega.$$

Die beiden Gleichungen sagen aus, dass Resonanz mit der 7. Harmonischen auftritt und dass die Spannung am Kondensator den 28fachen Wert der eingeprägten EMK erreicht. Wird letztere 3 bis 4 % der Grundwelle angenommen, einen für moderne Generatoren reichlich hohen Wert, so würde die Resonanzspannung der 7. Oberwelle von der Höhe der Grundwelle sein und mit dieser zusammen am Kondensator die doppelte Nennspannung ergeben. Dieser Betrag erscheint nun auf den ersten Blick ziemlich hoch. Bedenkt man jedoch, dass die der Rechnung zugrunde gelegten Voraussetzungen so ungünstig getroffen worden sind, wie sie kaum jemals in der Praxis vorhanden sein dürften, dass ferner der gerechnete Wert nur für ganz scharfe Resonanz eintreten könnte, so werden die Vorgänge in Wirklichkeit stark verflacht sein. Denn zu einer scharfen Resonanz wird es infolge der beständig wechselnden Netzkonstellationen (Belastung und Schaltzustand) nur ganz vorübergehend kommen. Weicht aber die aufgedrückte Frequenz um nur 10 % von der Eigenfrequenz ab, so beträgt die Ueberspannung kaum noch 20 % des bei scharfer Resonanz auftretenden Wertes (siehe auch Fig. 4). Kurzzeitige Ueberspannungen von der doppelten Höhe der Nennspannung müssen aber schon mit Rücksicht auf die Einschaltvorgänge von einem Kondensator ohne weiteres ertragen werden. Es ist ferner zu beachten, dass, sobald neben der Belastung durch den Ladestrom des Kondensators noch eine Ohmsche oder induktive Belastung (Motoren) vorhanden ist, welcher Zustand in der Praxis immer erzielt werden kann, die Resonanzüberspannungen auf Bruchteile der aus Gleichung (1a) errechneten Werte zurückgehen.

Die Oszillogramme der Fig. 5, 6 und 7 veranschaulichen die Art und Grösse der Kurvenverzerrungen von Strom und Spannung bei Anschluss von Kondensatoren verschieden grosser Kapazitäten an ein und dasselbe Netz und bei gleicher Speisung desselben, jedoch zu verschiedenen Tageszeiten.

Die Oszillogramme der Fig. 8 und 9 sind aufgenommen worden, um den Einfluss des Schaltzustandes eines Netzes darzulegen. Die Speisung erfolgte hier aus zwei verschiedenen Kraftwerken; in beiden Fällen blieben sich aber der angeschlossene Kondensator, der davorliegende Transformator, sowie alle übrigen Verhältnisse genau dieselben. Die Oszillogramme geben auch ein Bild der Rückwirkung von stark verzerrten Stromkurven auf die Spannungskurve am Kondensator. Mit Hilfe der durch Abzählung bestimmten Ordnung der in der Stromkurve stark hervortretenden Oberwelle und Abschätzung ihrer Amplitude relativ zur Amplitude der Grundharmonischen lässt sich schon durch eine einfache Ueberlegung die prozentuale Grösse der überlagerten Spannungsoberwelle am Kondensator finden, nämlich:

Ist n die Ordnungszahl der am meisten hervortretenden Stromoberwelle,
a_I die Amplitude der Stromoberwelle in Prozent der Grundwelle,
a_E die Amplitude der Spannungsoberwelle am Kondensator in Prozent der Grundwelle, so gilt folgende Relation:

$$a_E = \frac{a_I}{n}. \qquad (3)$$

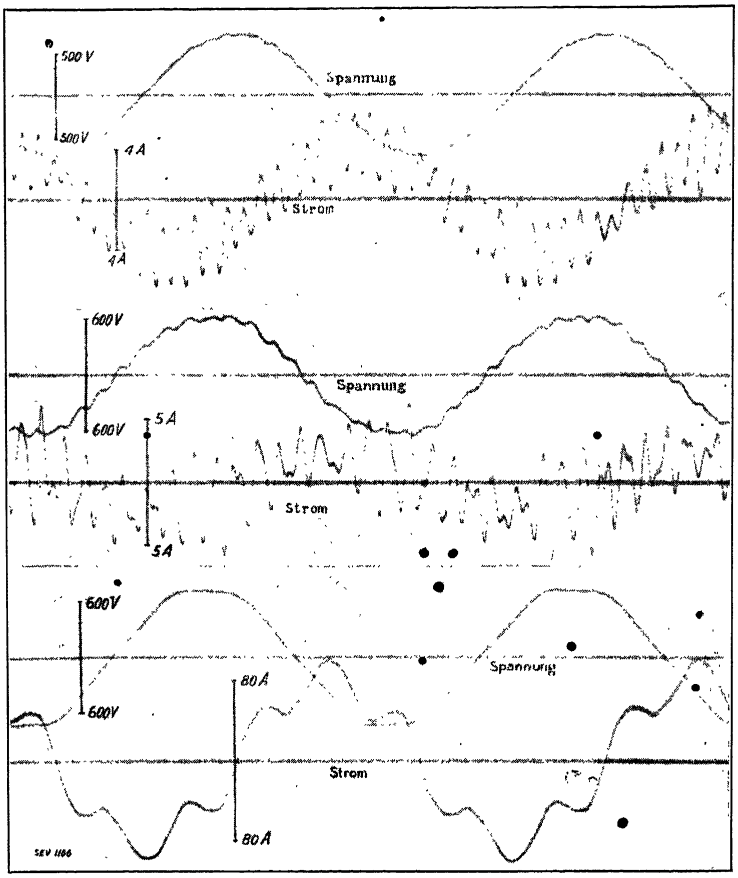


Fig. 5.
Angeschlossener Kondensator
3,2 kVA.

Fig. 6.
Angeschlossener Kondensator
1,6 kVA.

Fig. 7.
Angeschlossener Kondensator
45 kVA.

Fig. 5 bis 7.
Verzerrung der Strom- und Spannungskurve bei Anschluss verschieden grosser Kondensatoren.

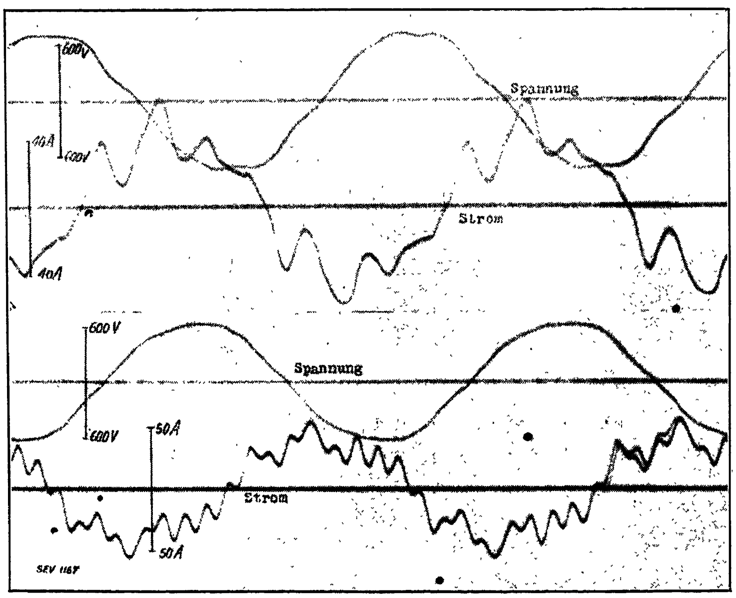


Fig. 8.
Angeschlossener Kondensator
24 kVA.

Fig. 9.
Angeschlossener Kondensator
24 kVA.

Fig. 8 bis 9.
Einfluss des Schaltzustandes eines Netzes auf die Ausbildung höherer Harmonischer.

Tabelle I.

Oszillogramme der Fig.	Ordnungszahl der hervortretenden Oberwelle	Amplitude in % zur Grundwelle des Kondensatorstromes	Amplitude in % zur Grundwelle der Kondensatorspannung
5	23	50	2
6	17	200	11
7	5	23	4,7
8	5 und 7	22 bzw. 23	4,4 bzw. 3,3
9	17	20	1,2

Man kann sich weiter fragen, ob die Höhe der Resonanzüberspannung abhängig ist von der Ordnungszahl der zur Resonanz kommenden Harmonischen. Bei oberflächlicher Betrachtung der Gl. (1) für E_c bzw. E_λ wäre die Frage zu verneinen, denn die Frequenz ist darin nicht enthalten. In Wirklichkeit verhält sich jedoch die Sache anders, wie anhand nachstehender Ueberlegung gezeigt werden kann.

Eliminiert man aus der Gleichung $E_c = E\frac{\sqrt{\frac{\lambda}{C}}}{r}$ mit Hilfe der Gleichung $\nu = \frac{1}{\sqrt{\lambda C}}$ die Kapazität C, so ergibt sich die umgeformte Gleichung $E_c = E\,\nu\,\frac{\lambda}{r}$. Der Quotient $\frac{\lambda}{r}$ variiert nun aber bei Veränderung der angeschlossenen Kapazität gar nicht, bei Zu- und Abschaltung von Transformatoren, Leitungen und Maschinen nur wenig, so dass die Höhe der Resonanzüberspannung der jeweiligen Eigenschwingungszahl des Stromkreises annähernd proportional ist. Je niedriger somit die Ordnungszahl der zur Resonanz kommenden Oberwelle, um so geringer ist bei gleicher eingeprägter EMK die Gefahr von Ueberspannungen (siehe Tabelle I mit den dort aufgeführten Oszillogrammen). Aber auch in entgegengesetzter Richtung sind letzteren Grenzen gesetzt, indem für sehr hohe Periodenzahlen, oberhalb derjenigen der Generator-Nutenpulsationen, der Ohmsche Wechselstromwiderstand infolge Stromverdrängung rasch zunimmt und dadurch auf die Resonanzspannung E_c gemäss Gleichung (1) reduzierend wirkt.

Eine nähere Betrachtung aller die Eigenschwingungszahl eines Stromkreises beeinflussenden Grössen zeigt, dass diese vor allem mit dem Leistungsfaktor, bei dem eine Anlage auf $\cos\varphi = 1$ kompensiert werden soll, in engem Zusammenhang steht. Setzt man nämlich

$$\sin\varphi = \frac{I_c}{I} = \frac{E_1\omega_1 C}{\frac{p\,E_1}{\omega_1\lambda}} = \frac{\omega_1^2\lambda C}{p},$$

worin E_1 die Spannung der Grundharmonischen,
ω_1 die Kreisfrequenz der Grundharmonischen,
pE_1 der induktive Spannungsabfall bedeutet,

so ergibt sich $\nu = \frac{1}{\sqrt{\lambda C}} = \frac{k}{\sqrt{\sin\varphi}}$. (4)

k ist eine Konstante.

Je grösser demnach die zu kompensierende Phasenverschiebung φ ist, um so niedriger ist die Ordnungszahl der Oberwellen, welche in den Resonanzbereich fallen, und um so kleiner sind deshalb auch gemäss Vorstehendem die möglichen Resonanzspannungen. Es soll hier noch speziell darauf verwiesen werden, dass bei Vergrösserung einer mit Kondensatoren kompensierten Anlage auf ihren a-fachen Umfang, sich bei verhältnisgleicher Blindleistungskompensation mit einer entsprechend vergrösserten Kondensatorenbatterie sich weder Eigenschwingungszahl des Stromkreises noch die Grösse allfälliger Resonanzüberspannungen wesentlich ändern kann. Denn einerseits sinkt die Streuinduktivität λ und der Ohmsche Widerstand r auf den a^{ten} Teil, während anderseits die Kapazität auf den a-fachen Betrag

ansteigt. Unter dieser Voraussetzung bleiben aber sowohl der aus Gl. (1) hervorgehende Wert für E_c als auch die nach der Formel für die Eigenschwingungszahl resultierende Kreisfrequenz ν unverändert erhalten.

Niedrige Eigenschwingungszahlen sind auch von einem andern Gesichtspunkte aus erstrebenswert. Wird nämlich die Wahrscheinlichkeit des Resonanzeintrittes für die Grundharmonische zu 1 angenommen, so ergibt sich, wie leicht einzusehen ist, für die n^{te} Harmonische eine entsprechende Wahrscheinlichkeit von n. Eine Eigenschwingung hoher Frequenz wird also von den nächst gelegenen aufgedrückten Oberwellen durchschnittlich prozentual weniger abweichen, als eine solche niedriger Periodenzahl.

4. Stromkurve und Rückwirkung parallel geschalteter Motoren.

Nachdem man sich über die Verhältnisse, welche sich bei Anschluss eines Kondensators für sich allein einstellen, Rechenschaft gegeben hat, sei im folgenden der Einfluss dazu parallel geschalteter Motoren etwas näher untersucht. Motor und Kondensator bilden für sich einen geschlossenen Schwingungskreis. Es wäre nun denkbar, dass dessen Eigenschwingungszahl der Frequenz einer in der Spannungskurve enthaltenen Oberwelle gleichkäme und so Stromresonanz eintreten würde. Der im Kondensator fliessende Strom höherer Periodenzahl würde somit auch den Motor durchfliessen und den Wirkungsgrad des letzteren heruntersetzen, entsprechend erhöhter zusätzlicher Verluste in demselben. Es zeigt sich nun aber bei näherer Betrachtung, dass Stromresonanz mit einer höheren Harmonischen, wie oben geschildert, praktisch nie zu befürchten ist, somit der Motorstrom nur insofern ganz unbedeutende Oberwellen aufweist, als die aufgedrückte Spannung etwas verzerrt ist (vergl. in diesem Zusammenhang auch Oszillogramm der Fig. 16). Dadurch nämlich, dass man den Blindstrom des Motors mit dem Kondensator auf Null zu kompensieren trachtet, werden gleichzeitig auch die Bedingungen für Stromresonanz mit der Grundwelle erfüllt; für Resonanz mit der am nächsten gelegenen 5. Oberwelle dürfte die Kapazität nur $^1/_{25}$ der zur Kompensierung notwendigen betragen. Die Spannung am Kondensator, bzw. an der Motorinduktivität erleidet durch die Stromresonanz keine Erhöhung, sie ist immer gleich der aufgedrückten Spannung.

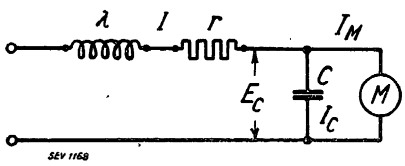


Fig. 10.
Schaltungsschema bei angeschlossenem Motor.

Es sei noch untersucht, inwieweit die Resonanzverhältnisse eines an ein Netz angeschlossenen Kondensators durch Parallelschalten eines Motors beeinflusst werden. Zu diesem Zwecke bedient man sich am besten der vektoriellen Darstellung. Das Schaltschema wird durch Fig. 10 erläutert. M stellt einen Asynchronmotor dar, I_M den zugehörigen Strom und I_{M0} dessen wattlose Komponente; die übrigen Bezeichnungen sind von früher her bekannt.

Unter der Annahme, dass für die Grundwelle gerade Kompensation vorliege, somit $\frac{I_C}{I_{M0}} = 1$ ist, so würde für die n^{te} Harmonische der Quotient $\frac{I_C}{I_{M0}} \cong n^2$, wenn der Motor bezüglich der n^{ten} Harmonischen bzw. Grundharmonischen mit ein und derselben Schlüpfung laufen würde. Da dies aber nicht der Fall ist, indem der Motor in Bezug auf Oberwellen bei seiner Normaldrehzahl fast wie im Kurzschluss arbeitet, so wird obenstehender Quotient schätzungsweise etwa 4 bis 5 mal kleiner. Die vorstehenden kurzen Erläuterungen dienen zum Verständnis der gewählten Grössenverhältnisse von Kondensator- bzw. Motorstrom der Fig. 12. Die Diagramme der Fig. 11 und 12 gelten für Resonanz mit der 5. Harmonischen, ersteres ohne, letzteres mit parallel geschaltetem Motor; die eingeprägte *EMK* sei in beiden Fällen dieselbe.

Bei parallel geschaltetem Motor liegen bei Resonanz die algebraisch gleich grossen Spannungen E_c und E_λ nicht mehr in Phase; es muss nun infolgedessen

noch die Differenzspannung zwischen den beiden, zusammen mit dem Ohmschen Spannungsabfall, von der eingeprägten elektromotorischen Kraft gedeckt werden. Dementsprechend gehen sämtliche Ströme und somit auch die Resonanzüberspan-

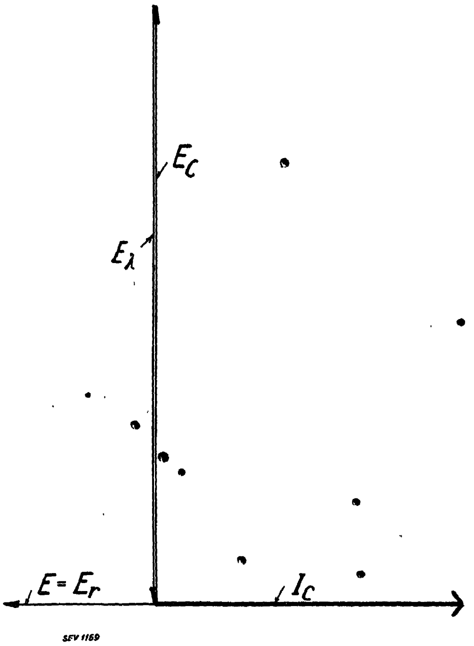


Fig. 11.
Resonanz wenn der Kondensator für sich allein angeschlossen ist.

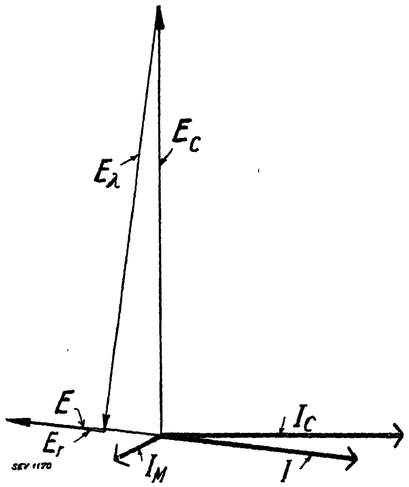


Fig. 12.
Resonanz wenn parallel zum Kondensator ein Motor angeschlossen ist.

nungen. zurück. Es ist ferner noch zu beachten, dass sich die Eigenfrequenz bei angeschlossenem Motor etwas ändert:

ist ν die Kreisfrequenz bei Resonanz ohne Motor,
ν' die Kreisfrequenz bei Resonanz mit Motor,

so gilt:

$$\frac{I_C}{\nu C} \cdot \frac{\nu}{\nu'} = I \nu \lambda \frac{\nu'}{\nu}$$

$$\nu' = \frac{1}{\sqrt{\lambda C}} \sqrt{\frac{I_C}{I}} = \nu \sqrt{\frac{I_C}{I}} \tag{5}$$

Ob der Motor leer oder vollbelastet läuft, ist praktisch auf die Ausbildung von höheren Harmonischen in Strom oder Spannung ohne Belang, da die Motorschlüpfung bezüglich der synchronen Drehzahl von Oberwellen praktisch konstant ist. Es ist einzig zu sagen, dass die höheren Harmonischen im resultierenden Strom (Motor und Kondensator) mit zunehmendem Motorstrom natürlich verhältnismässig immer mehr zurücktreten, da letzterer, wie schon erwähnt, nur wenig verzerrt ist. Als experimenteller Beleg zu dem im vorstehend Gesagten mögen die Oszillogramme der Fig. 13 bis 16 dienen. Insbesondere sei auf die Oszillogramme 13 und 16 aufmerksam gemacht, auf welchen der im Motor fliessende Strom zuerst ohne, nachher mit parallel geschaltetem Kondensator aufgenommen ist. Man ersieht daraus, dass dieser die Kurvenform des Motorstromes in keiner Weise beeinflusst. Unter Gesamtstrom ist die Summe aus Motor- und Kondensatorstrom zu verstehen.

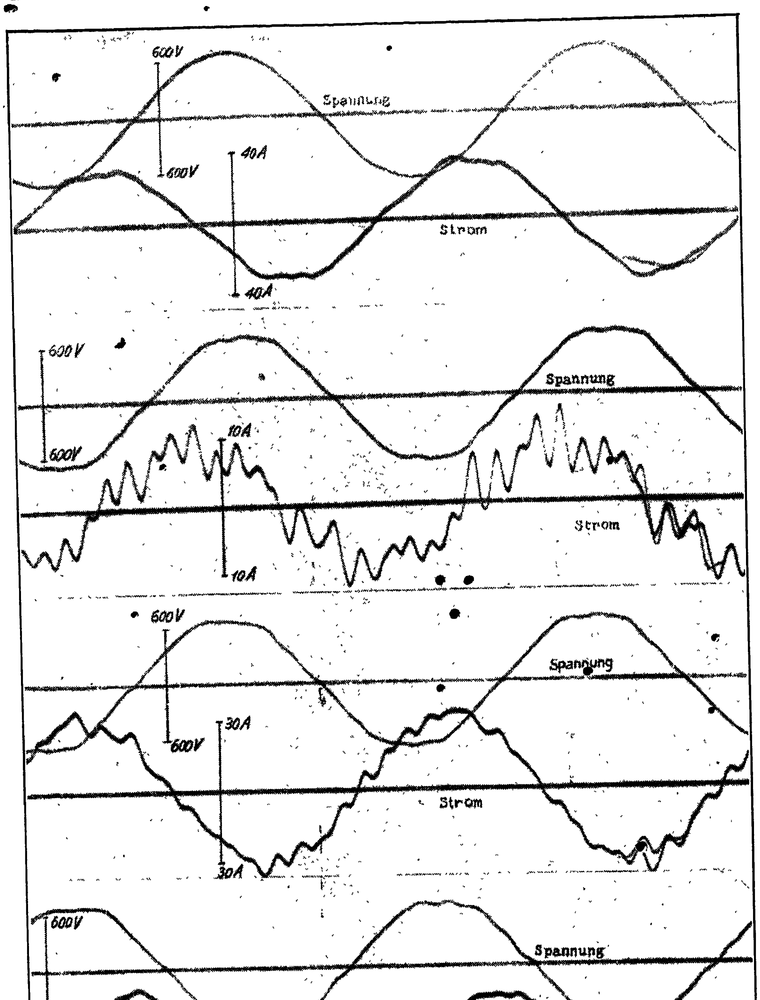


Fig. 13.
Motorstrom, wenn der Kondensator abgeschaltet ist.

Fig. 14.
Kondensatorstrom I_c.

Fig. 15.
Gesamtstrom I.

Fig. 16.
Motorstrom I_m.

Fig. 13 bis 16.
Oszillogramme an einem 20 PS Asynchronmotor aufgenommen, kompensiert durch 6,5 kVA Kondensator, bei Vollast (Schema Fig. 10).

5. *Beeinflussung der Spannungskurve.*

Alle bisherigen Betrachtungen über Kurvenverzerrungen von Strom und Spannung gelten für Verhältnisse, wie solche in unmittelbarer Nähe des angeschlossenen Kondensators herrschen. Dieser Bezugsort wird in der Regel nach dem speisenden Transformator liegen, da mit einer derartigen Kompensation gleichzeitig auch eine Entlastung desselben herbeigeführt wird, ganz abgesehen davon, dass in den meisten Fällen der Anschluss von Kondensatoren auf der Niederspannungsseite konstruktiv einfacher zu lösen und im allgemeinen auch betriebssicherer ist. Man wird sich nun fragen, in welchem Masse sich die Kurvenverzerrungen im Transformator übertragen und sich somit auch primärseitig geltend machen. Für den Strom ist die Sachlage sehr einfach. Da ohne Rücksicht auf die Frequenz der Oberströme deren primäre und sekun-

däre Amperewindungszahl, abgesehen von den Magnetisierungs-Amperewindungen, einander gleich sein muss, so werden alle höheren Harmonischen in den sekundärseitigen Stromkurven entsprechend dem Uebersetzungsverhältnis auch auf der Primärseite zum Vorschein kommen. Dies wird experimentell durch die Aufnahme der Fig. 3 bestätigt, wo die Stromkurve gleichzeitig auf der Ober- und Unterspannungsseite oszillographiert worden ist. Die im Resonanzfall bei verteilter Induktivität an einem Netzpunkt herrschende Ueberspannung wird um so kleiner sein, je weiter dieser vom Kondensator entfernt ist; genau gesprochen beträgt der Anteil an der gesamten Resonanzspannung immer soviele Prozent, als die vor dem betrachteten Netzpunkt liegende Induktivität im Verhältnis zur totalen Induktivität ausmacht. Bei Messung unmittelbar am Kondensator erreicht die rückwärts liegende Induktivität 100 % der gesamten, somit die Resonanzspannung ebenfalls ihren Maximalbetrag. Könnte die Streuinduktivität der speisenden Generatoren vernachlässigt werden, so würde sich der Anteil der Resonanzspannung an den Generatorklemmen bis auf Null reduzieren, da dann alle Induktivität nach diesen zu liegen käme. Für den vorliegenden Zweck genügt es zu wissen, wie es mit der Verzerrung der Spannungskurve an den Primärklemmen des dem Kondensator zunächst befindlichen Transformators steht. Diese Frage kann dahin beantwortet werden, dass in diesem Transformator mit seiner relativ zur ganzen Netzleistung im allgemeinen geringen Leistung der überwiegende Teil der in Betracht fallenden Induktivität enthalten ist, wie dies bereits an anderer Stelle erwähnt wurde. Die Grösse der Amplituden der auf der Primärseite noch erfassbaren Spannungsoberwellen relativ zur Grundwelle stellt demzufolge nur noch einen kleinen Rest derjenigen an den Kondensatorklemmen dar. Die vorstehende Ueberlegung hat somit zu dem wichtigen Ergebnis geführt, dass Verzerrungen der Spannungswelle durch angeschlossene Kondensatoren auf deren nächste Umgebung lokalisiert bleiben.

6. Zusätzliche Verluste durch Oberströme.

Bis anhin wurde die Stromverzerrung durch angeschlossene Kondensatoren nur unter dem Gesichtspunkt von Resonanzüberspannungen und damit verbundener Verzerrung der Spannungskurve betrachtet, währenddem die Oberwellen in der Stromkurve noch in anderer Hinsicht unerwünscht sind. Es ist schon dargelegt worden, dass die fraglichen Oberströme nur den vom Generator über den Kondensator geschlossenen Stromkreis durchfliessen, nicht aber denjenigen über den zu kompensierenden Motor; sie leisten deswegen zur Drehmomentsbildung keinen Beitrag und fallen infolgedessen für die Nutzleistung ausser Betracht. Hingegen erzeugen diese Oberströme in den von ihnen durchflossenen Generatoren, Transformatoren und Leitungen zusätzliche Kupferverluste, wodurch einserseits die Antriebsmaschinen um $\sum I_n^2 r$ mehr belastet werden, was zwar praktisch nicht sehr ins Gewicht fällt, anderseits aber die Ausnützung der elektrischen Anlageteile infolge stärkerer Erwärmung heruntergesetzt wird.

Bei Anschluss eines Kondensators zur Kompensierung geht unter Umständen die resultierende Stromstärke nicht ganz auf den nach der Berechnung zu erwartenden Wert zurück. Es ist dies auf den Umstand zurückzuführen, dass das zur Kontrolle benützte Amperemeter nicht allein auf die Grundwelle reagiert, wofür unsere Berechnungen aufgestellt sind, sondern durch Messung des Effektivwertes der Stromstärke $I = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 + \ldots + I_n^2 + \ldots}$ den Anteil aller als Folge des Kondensatoranschlusses sich einstellenden höheren Harmonischen mitberücksichtigt. Tatsächlich interessiert uns auch der gemessene Effektivwert des Stromes in erster Linie, denn dieser ist es allein, welcher für die Grösse der Stromwärmeverluste in Maschinen, Transformatoren und Leitungen massgebend ist. Immerhin kommt auch der Grundharmonischen im resultierenden Strom, deren Wert sich immer mit den Ergebnissen der Vorausberechnung, d. h. dem günstigsten mög-

lichen Falle deckt, eine gewisse Bedeutung zu. Da für den Betrieb der Stromverbraucher praktisch nur die Grundwelle der Klemmenspannung in Frage kommt, so spielen nur die Spannungsabfälle des Grundwellenstromes in der Zuleitung bis zu den Anschlussklemmen eine Rolle; die Spannungsabfälle der Oberströme fallen in diesem Zusammenhang vollständig ausser Betracht. Die bezüglich Spannungsverbesserung an die Kompensierung mit statischen Kondensatoren gestellten Anforderungen werden somit unter allen Umständen erfüllt, auch wenn den Erwartungen mit Bezug auf Stromentlastung von Leitungen, Transformatoren etc. nicht in vollem Umfang Genüge getan sein sollte.

Es soll noch gezeigt werden, welchen Grad die Verzerrung des resultierenden Stromes annehmen muss, damit die kompensierende Wirkung des Kondensators in der effektiven Stromstärke gerade nicht mehr in Erscheinung tritt. Sind

I_1 die eff. Stromstärke vor der Kompensation,
$I_1 \cos\varphi$ die eff. Stromstärke der Grundwelle nach der Kompensation auf $\cos\varphi = 1$,
I_n die eff. Stromstärke derjenigen Oberwelle,

für welche die Resonanzbedingung ganz oder annähernd erfüllt ist, dann drückt sich der Inhalt des vorstehenden Satzes durch folgende Gleichung aus:

$$\sqrt{(I_1 \cos\varphi)^2 + I_n^2} = I_1$$
$$I_n^2 = I_1^2 (1 - \cos\varphi^2) = I_1^2 \sin\varphi^2$$
$$I_n = I_1 \sin\varphi$$

oder es darf das Verhältnis von Oberwelle zu Grundwelle höchstens nachstehenden Betrag annehmen:

$$\left(\frac{I_n}{I_1 \cos\varphi}\right) = \operatorname{tg}\varphi \; . \qquad (6)$$

Wird beispielsweise bei den Leistungsfaktoren $\cos\varphi = 0{,}5$ und $\cos\varphi = 0{,}7$ kompensiert, so tritt erst von dem Moment an kein Stromrückgang mehr ein, in dem die Amplituden der Oberwellen die $\sqrt{3}$- bzw. 1fache Grösse der Grundwellen erreicht haben. Ein solcher Zustand hat aber zur Voraussetzung, dass erstens die Resonanz ganz scharf ist und zweitens die induzierte Oberwellen-EMK mindestens ebensoviele Prozent von der Grundwellen-EMK ausmacht als der Ohmsche Spannungsabfall der Zuleitung beträgt. Beide Bedingungen werden jedoch nur in den seltensten Fällen erfüllt sein, erstere zudem infolge der ständig wechselnden Netzkonstellationen immer nur ganz vorübergehend. Es besteht daher praktisch keine Gefahr ungenügender Kompensation als Folge sich einstellender höherer Harmonischen.

7. *Einschalten und Kurzschliessen von Kondensatoren.*

Mit Rücksicht darauf, dass diese Vorgänge in der Literatur bereits nach allen Richtungen hin erschöpfend behandelt worden sind, kann man sich darauf beschränken, nur die hier in Betracht kommenden Lösungen der als Ausgangsbasis dienenden Differenzialgleichungen anzuführen. Ausgehend davon, dass dem Kondensator immer Induktivitäten (Streuung von Transformatoren und Generatoren, Reaktanz der Leitungen) vorgeschaltet sind, dass ferner nur der Anschluss an eine Wechselspannung in Frage kommt, genügt es, den Fall der Ladung eines Schwingungskreises mit Wechselstrom heranzuziehen. Hievon scheidet wiederum der Fall für Einschalten im Nulldurchgang der stationären Kondensatorspannung aus. Denn der Einschaltstromstoss erreicht hier für Dämpfung Null nur die doppelte Höhe des Dauerstromes, und die Ueberspannung am Kondensator wird erst für Eigenfrequenzen, die in unmittelbarer Nähe der erzwungenen liegen, gleich der doppelten Nennspannung. Solch niedrige Eigenschwingungszahlen können jedoch aus Gründen, die bereits früher erläutert worden sind, nicht vorkommen; bei den praktisch möglichen Eigenfrequenzen jedoch findet überhaupt keine Span-

nungserhöhung statt. Von Wichtigkeit ist der Schaltaugenblick im Maximum der Kondensatorspannung, denn einerseits ist dies der weitaus ungünstigste Fall, sowohl bezüglich Strom als auch Spannung, andrerseits ist mit einem verhältnismässig häufigen Eintreffen desselben, infolge vorzeitigen Funkenüberspringens im Scheitelwert der Spannung, zu rechnen. Die Momentanwerte von Strom und Spannung drücken sich durch nachstehende beiden Gleichungen[1]) aus:

$$i = I'_{max} \left(- \sin \omega t + \frac{\nu}{\omega} \varepsilon^{-\frac{t}{2T}} \sin \nu t\right) \qquad (7)$$

$$e_C = E'_{C\,max} \left(\cos \omega t - \varepsilon^{-\frac{t}{2T}} \cos \nu t\right) \qquad (8)$$

Darin sind I'_{max} und $E'_{C\,max}$ die Amplitudenwerte des Ladestroms bzw. der Kondensatorspannung nach Erreichen des stationären Zustandes. $T = \frac{\lambda}{r}$ wird Zeitkonstante des Schwingungskreises genannt;

$$\nu = \sqrt{\frac{1}{\lambda C} - \left(\frac{r}{2\lambda}\right)^2} \qquad (9)$$

ist der genaue Wert der Eigenschwingungszahl, wenn Dämpfung vorhanden ist. Die beiden Gleichungen sagen in erster Linie folgendes aus: Der Ausgleichstromstoss ist gleich dem Produkt aus Dauerstrom mal dem Quotienten aus Eigenfrequenz durch erzwungene Frequenz. Je höher also die Eigenschwingungszahl im Verhältnis zur aufgedrückten Frequenz, um so höher ist auch der zu erwartende Stromstoss.

Die Kondensatorspannung wird eine halbe Eigenperiode nach dem Schaltmoment für normale Dämpfung nahezu verdoppelt.

Der Ausgleichsvorgang ist um so schneller abgeklungen, je kleiner die Zeitkonstante, d. h. je kleiner die Induktivität λ und je grösser der Ohmsche Widerstand r ist.

Erreicht oder überschreitet der Ohmsche Widerstand den doppelten Wert des Schwingungswiderstandes $r \geqq 2\sqrt{\frac{\lambda}{C}}$, so wird die Eigenfrequenz $\nu = 0$ bzw. imaginär und der ganze Ausgleichsvorgang verläuft aperiodisch. Diese Möglichkeit kann praktisch aber nur dann eintreten, wenn in einen Stromkreis zum normalerweise vorhandenen noch künstlich Ohmscher Widerstand eingefügt wird.

In Tabelle II sind die Erläuterungen zu den Oszillogrammen der Fig. 17 bis 23 enthalten. Die theoretisch abgeleiteten Gesetze für die Einschaltüberspannungen bzw. Ueberströme bestätigen sich anhand dieser oszillographisch gefundenen Versuchsergebnisse im grossen und ganzen. Die Versuche sind der besseren Uebersichtlichkeit halber zum grössten Teil einphasig durchgeführt worden.

Für die Einschaltvorgänge der Oszillogramme 22 und 23 der Tabelle II soll der wirksame Schwingungswiderstand berechnet werden. Für die Streuinduktivität pro Phase des speisenden Transformators wurde früher auf Seite 654 $0{,}182 \cdot 10^{-3}$ H berechnet. Da der Anschluss einphasig an die verkettete Spannung des ⅄/⅄ geschalteten Transformators erfolgte, so hat man mit $2 \cdot 0{,}182 \cdot 10^{-3} = 0{,}364 \cdot 10^{-3}$ H zu rechnen. Die Kapazität betrug $134\,\mu$F. Der Schwingungswiderstand daher $\sqrt{\frac{\lambda}{C}} = \sqrt{\frac{0{,}364 \cdot 10^{-3}}{134 \cdot 10^{-6}}} = 1{,}65\,\Omega$.

---

[1]) S. R. Rüdenberg. Elektrische Schaltvorgänge, 1926, S. 45.

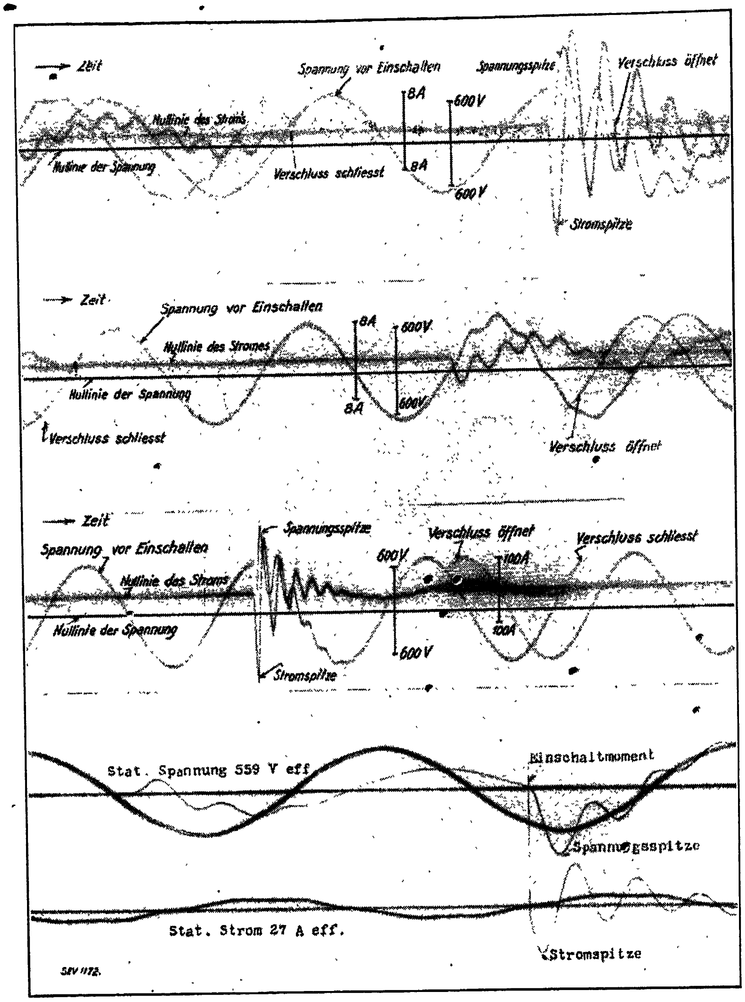


Fig. 17. Kapazität 13 µF Schaltmoment im Spannungsmaximum.

Fig. 18. Kapazität 13 µF Schaltmoment im Nulldurchgang der Spannung.

Fig. 19. Kapazität 82 µF Schaltmoment im Spannungsmaximum.

Fig. 20. Kapazität 3×85 µF Schaltmoment im Nulldurchgang des Stromes.

Fig. 17 bis 20. Einschaltvorgänge.

Tabelle II.

Osz. No.	Angeschlossene Kapazität µF	Phasenzahl	Vorschalt-Widerstand Ω	Schalt-Augenblick bei Spannung	Spannung vor dem Schalten V	Frequenz der Eigenschwingung Per/s	Dauer des Ausgleichvorganges s	Spannungsspitze dividiert durch Amplitude der statischen Spannung	Stromspitze dividiert durch Amplitude des Dauerstromes	Spannungsquelle
17	13	1	kein	max.	505	350	0,017	1,8	7	Induktionsregler 35 kVA
18	13	1	kein	null	495	350	0	1	1	
19	82	1	kein	max.	540	ca. 650	0,014	1,75	12	Transf. 40 kVA
20	3×89	3	Drosselspule	Strom 0	504	300	0,02	1,56	4,7	
21	ca. 2	1	kein	beliebig	ca. 520	3000	0,008			Transf. 50 kVA
22	134	1	1	beliebig	ca. 520	fast 0				Transf. 280 kVA
23	134	1	2	beliebig	ca. 520	aperiodisch				

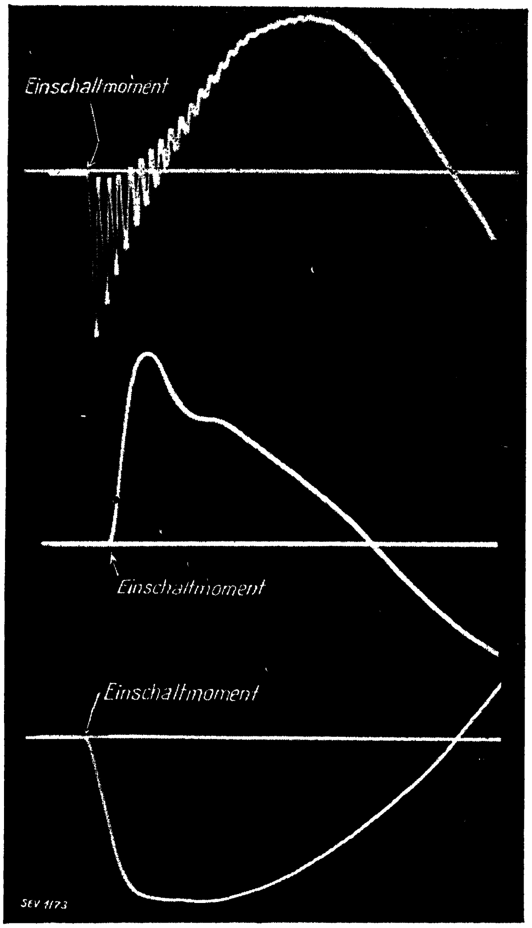


Fig. 21.
Kapazität 2 μF.

Fig. 22.
Kapazität 134 μF mit 1 Ω Vorschaltwiderstand.

Fig. 23.
Kapazität 134 μF mit 2 Ω Vorschaltwiderstand.

Fig. 21 bis 23.
Einschaltvorgänge.
Spannung oszillographiert mittels Kathodenstrahloszillograph.

Der kritische Wert des Ohmschen Widerstandes für den Uebergang der Ausgleichschwingung in aperiodischen Verlauf ist $2\sqrt{\frac{\lambda}{C}} = 3{,}3\,\Omega$. Für 1 Ohm Vorschaltwiderstand erfolgt der Ausgleich noch oszillierend. Für 2 Ohm vorgeschalteten Widerstand, hingegen ist bereits Aperiodizität festzustellen; zusammen mit dem innern Widerstand, insbesondere demjenigen der Kondensatorbeläge, scheint demnach in letzterem Falle der kritische Wert des Dämpfungswiderstandes erreicht zu sein.

Der Schutzwiderstand zur Strom- und Spannungsbegrenzung braucht übrigens nicht so gross zu sein, dass der Einschaltvorgang aperiodisch verläuft. Schon durch seine dämpfende Wirkung ist er imstande, die Ausgleichsschwingung so stark abzudämpfen, dass die sich erst nach einer halben Eigenperiode einstellende höchste Ueberspannung schon auf ein erträgliches Mass abgeschwächt ist. Die Hälfte des Schwingungswiderstandes, bzw. $^1/_4$ des kritischen Wertes, genügt, um die Ueberspannungsspitze auf ca. 140% der Amplitude der stationären Spannung zu reduzieren.

Es ist übrigens zu sagen, dass durch die Einschaltüberströme, selbst wenn Schutzwiderstände nicht vorhanden sind, an Transformatoren infolge übermässiger mechanischer Beanspruchung unseres Wissens bis jetzt keine Schäden verursacht worden sind. Der Grund dafür liegt offenbar in der Kürze des Einschaltvorganges.

Der Hauptwert der Einschalt-Schutzwiderstände liegt offenbar in ihrer begrenzenden bzw. dämpfenden Wirkung des Ausgleichstromstosses, und damit in der Verhütung des Durchschmelzens der dem Kondensator vorgeschalteten Sicherungen.

Die *Entladung* von Kapazitäten über einen äusseren Ohmschen Widerstand erfolgt nach den folgenden beiden Gleichungen für Spannung und Strom:

$$e_C = E\,\varepsilon^{-\frac{t}{T}} \tag{10}$$

$$i = \frac{E}{R}\,\varepsilon^{-\frac{t}{T}} \tag{11}$$

E ist die Anfangsspannung, bei Wechselstrom diejenige Spannung, welche im Moment der Abtrennung vom Netz an der Kapazität herrscht. R ist der Entladewiderstand zusammen mit dem in Betracht fallenden Widerstand der Kondensatorbeläge. T bedeutet wiederum die Zeitkonstante und hat diesmal den Wert RC, wenn von Induktivität abgesehen werden kann. Je grösser demnach Kapazität und Entladewiderstand sind, um so länger dauert der Entladevorgang. Da Kondensatoren sich ohne besondere Hilfsmittel nach der Abtrennung nur über den Isolationswiderstand ihres Dielektrikums entladen können und dieser naturgemäss sehr hoch ist, so verstreicht längere Zeit (unter Umständen mehrere Stunden) bis die Ladung ganz verschwunden ist. Für grössere Einheiten werden deshalb nach der Abschaltung die Kondensatoren kurzgeschlossen, um auf diese Weise eine Personengefährdung bei Berührung der Klemmen zu vermeiden. Die Entladung wird in der Regel über Widerstände vorgenommen, wodurch die Stromstärke begrenzt und somit die dem Kondensator vorgeschalteten Sicherungen nicht gefährdet werden. Den selben Zweck erfüllen bei gewissen Fabrikanten dem Kondensator dauernd parallel geschaltete hochohmige Widerstände. Ihre Rückwirkung auf die Resonanzverhältnisse ist analog

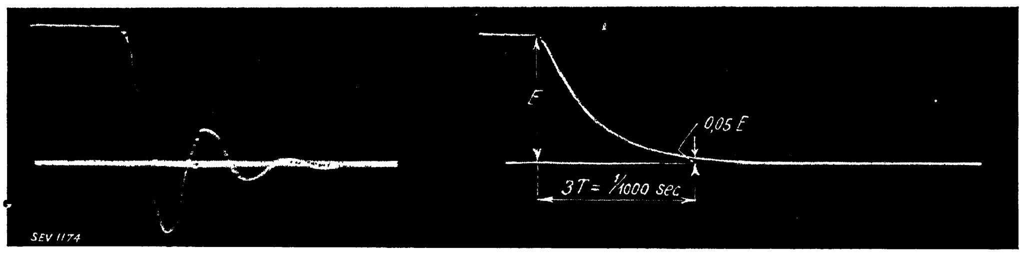


Fig. 24.
Kapazität 134 μF, kein Entladewiderstand.

Fig. 25.
Kapazität 134 μF, Entladewiderstand 2 Ω.

Fig. 24 und 25.
Entladungsvorgänge. Spannung oszillographiert mittels Kathodenstrahloszillograph.

derjenigen eines zugeschalteten Motors und lässt sich ohne weiteres aus dem im bezüglichen Abschnitt 4 gesagten ableiten. Bei der Entladung ist *nie* eine Spannungserhöhung zwischen den Kondensatorbelägen zu befürchten, selbst wenn Entladewiderstände weggelassen werden und der Ausgleichsvorgang sich oszillierend abspielen sollte. Die Oszillogramme der Fig. 24 und 25 stellen das Abklingen der Spannung beim Kurzschliessen eines Kondensators von 134 μF dar, und zwar bei direktem Kurzschluss bzw. 2 Ohm Entladewiderstand. Aus dem Oszillogramm der Fig. 25 errechnet sich in folgender Weise die Zeitkonstante des Kurzschlusskreises. Nach Ablauf einer Zeit $t = 3\,T$ hat sich der Kondensator gemäss Gl. (10) auf eine Spannung $e_C = E^{-\frac{3T}{T}} = 0{,}05\,E$ entladen. Die Zeitdauer $3\,T$ bis zur Entladung auf 5 % der Anfangsspannung beläuft sich nun auf $^1/_{1000}$ s; demnach $T = 0{,}00033$ s. Die aus Kapazität und Entladewiderstand berechnete Zeitkonstante beträgt $T = RC = 2 \cdot 134$

$\cdot 10^{-6} = 0{,}00027$ s. Die Differenz gegenüber dem experimentell ermittelten Wert rührt von der Vernachlässigung des innern Widerstandes der Kondensatorelemente her.

8. Verluste in Kondensatoren.

Diese sind in der Hauptsache dielektrischer Art; dazu kommen noch die Stromwärmeverluste in den Kondensatorbelägen. Die Gesamtheit dieser Verluste ist an einem 500 V-Dreiphasenkondensator mit Anzapfungen und 21 kVA totaler Blindleistung gemessen worden. Es wurde dabei nach zwei verschiedenen Messmethoden gearbeitet, nämlich einerseits mit der bekannten Brückenschaltung von Schering, andererseits mit einem Quadrantenelektrometer. Beide Verfahren gaben praktisch übereinstimmende Resultate. Der Verlustwinkel schwankte je nach der verwendeten Anzapfung zwischen 14′ und 21′ entsprechend einem Leistungsfaktor $\cos\varphi = 0{,}004$ bis 0,006. Im Mittel kann demnach mit einem Verlust von 0,5 %, bezogen auf die Blindleistung, gerechnet werden.

9. Angaben von elektrischen Messinstrumenten, insbesondere Zählern bei verzerrter Kurvenform.

Für Instrumente, welche nach dem Hitzdrahtprinzip gebaut sind, ist die Sachlage zum vorneherein gegeben. Da deren Anzeigewert von der in einem besonderen Draht erzeugten Wärmemenge abhängt und letztere dem Quadrat des Effektivwertes der Stromstärke proportional ist, so können auf diese Weise ganz unabhängig von Kurvenverzerrungen effektive Spannung und Stromstärke unter allen Umständen richtig gemessen werden.

Aehnlich verhält es sich mit dynamometrischen Instrumenten, zu welchen auch die im Laboratorium und bei Kontrollmessungen verwendeten Präzisionswattmeter gehören. Die von einem verzerrten Wechselstrom in einem Verbraucher erzeugte Leistung ist gleich der Summe der Leistungen der einzelnen Harmonischen = $\sum E_n \cdot I_n \cdot \cos\varphi_n$. Da nun in einem Wattmeter eine Drehmomentsbildung nur zwischen Wellen gleicher Ordnungszahl in Strom und Spannung zustande kommen kann, so ist auch hier eine richtige Leistungsmessung gewährleistet. Das Analoge gilt für Volt- und Amperemeter dieser Bauart. Frequenzabhängigkeit in den Angaben unter dem Einfluss der Abgleichwiderstände fällt praktisch für die Oberwellen der üblichen Ordnungszahl, wie angestellte Vergleichsmessungen gezeigt haben, nicht ins Gewicht.

Wesentlich anders verhält es sich mit Instrumenten der Ferraristype, wozu insbesondere die Zähler und gewisse schreibende Instrumente gehören. Hier sind die Verhältnisse weit weniger durchsichtig und es können deshalb nur ausgedehnte Versuche über die Rückwirkung verzerrter Kurvenformen auf die Messgenauigkeit den gewünschten Aufschluss geben. Derartige Messungen sind vorgenommen worden, jedoch bis heute noch nicht zu einem Abschluss gelangt, so dass noch kein endgültiges Ergebnis mitgeteilt werden kann. Immerhin konnte bereits festgestellt werden, dass Oberwellen bis zu 60 % der Grundwellenamplitude und von der Ordnungszahl 19, die Messgenauigkeit eines Dreiphasenzählers normaler Ausführung um nicht mehr als 1,5 % beeinflussen. Umfangreichere Versuche der E. K. Z. zeitigten das Ergebnis, dass das stärkere Hervortreten von Oberwellen beliebiger Ordnungszahl beim Anschluss von Kondensatoren die mit Zählern gemessene Energiemenge um nicht mehr als 2 % beeinflusst. Ueber die Beeinträchtigung der Messgenauigkeit von Ferrarisinstrumenten durch verzerrte Spannungs- und Stromkurven zufolge des Anschlusses von Kondensatoren soll an gleicher Stelle später genaueres berichtet werden.

Technische Mitteilungen. – Communications de nature technique.

Der Kurzschlussmotor mit Stern-Dreieckschalter in Wien generell zugelassen [1]).

(007) 621.313.64

Die für Kurzschlussmotoren auch heute noch harten Anschlussbestimmungen der meisten Elektrizitätswerke stammen aus alter Zeit. Sie hatten ihren Grund teils in einer übertriebenen Furcht vor dem Anlaufstrom und den hierdurch hervorgerufenen Spannungsschwankungen, teils in der Unzulänglichkeit der damals noch durchwegs gelöteten Käfiganker. Die «hohen» Anlaufströme hatten aber keine wesentlichen Störungen zur Folge und der Elektromaschinenbau steht lange schon auf so hoher Stufe, dass jeder Motor, insbesondere aber auch der einfache Kurzschlussmotor, vollkommen betriebssicher gebaut werden kann.

Da es unmöglich schien, die harten Bedingungen in absehbarer Zeit beseitigen zu können, versuchte man diese von der technischen Seite aus zu umgehen. Insbesonders führte die «hohe Stromaufnahme» dazu, dass eine Reihe von Sonderkonstruktionen des Kurzschlussmotors entstanden. Als Ausgangspunkt dieser Weiterentwicklung diente der *Boucherot-(Doppelkäfig-) Motor mit zwei Käfigwicklungen,* einer aussen liegenden Anlaufwicklung mit hohem Widerstande und geringer Streuung und einer innen liegenden Laufwicklung von geringerem Widerstande und grosser Streuung. Im Anlauf fliesst der Strom wegen des hohen induktiven Widerstandes der Laufwicklung vorwiegend in der äusseren Wicklung, während sich bei normalem Lauf (nur Schlupfperioden) die Ankerströme auf beide Wicklungen im Verhältnis ihrer Querschnitte verteilen. Nach diesem Prinzip arbeiten eine Reihe von Konstruktionen. Der «Doppelnutmotor» der A. E. G. hat bei Sternschaltung einen 1,6fachen Anlaufstrom und ein 0,5—0,8faches Anzugsmoment. Das Drehmoment ändert sich beim Anlauf verhältnismässig wenig. Bei schwerem Anlauf ermöglicht die Verwendung der A. E. G.-Anlasskupplung einen Leeranlauf des Motors, damit auch in diesem Falle der Anlaufstrom den 1,6fachen Nennstrom nicht überschreitet. Beim «Doppelstabanker» der Oe. S. S. W. sind die Leiter durch eine Eiseneinlage in zwei Teile unterteilt. Mit Rücksicht auf das hohe Anzugsmoment werden Stern-Dreieckschalter zum Anlassen empfohlen. Der Doppelkäfigmotor der «Elin» besitzt, soweit mir bekannt, ähnliche Eigenschaften, doch wurden speziell von dieser Firma derartige Motoren mit Rücksicht auf ihre intensive Propaganda für den normalen Kurzschlussmotor nur in Spezialfällen empfohlen und ausgeführt. Die Bayerischen Elektrizitätswerke Landshut ordnen bei ihrem Doppelkäfigmotor in dem aussen liegenden Laufkäfig zwischen einzelnen Trennstellen der Kurzschlussringe veränderliche Impedanzen an, die sich beim Anlauf mit zunehmender Drehzahl von einem Höchstwert allmählich auf einen Kleinstwert verringern. Konstruktiv wird dies dadurch erreicht, dass zur Variation der Impedanzen innerhalb des umlaufenden Teiles bewegliche Eisenteile angeordnet sind, die durch Federkraft gegen einen Kern angepresst sind und durch die Fliehkraft von diesem abgehoben werden und auf diese Weise dem Stromlauf im Anker, den sie vorher durch elektromagnetische Wirkung abgebremst haben, freie Bahn geben. Der Motor soll 1,0—1,2faches Nenndrehmoment als Anlaufmoment und keine wesentlich grössere Stromspitze als etwa 2½—3fach bei direktem Einschalten haben. Die Firma Sachsenwerk in Niedersedlitz baut gleichfalls Doppelkäfigmotoren. Je nach Motorgrösse und Drehzahl soll das Anlaufmoment bei direktem Einschalten das 2,2- bis 3fache des Nenndrehmomentes betragen, die Stromaufnahme soll bei direktem Einschalten 3,5—5fach sein [2]).

Wie sehr nun alle diese Wege vom theoretischen und konstruktiven Standpunkt interessant und lehrreich sein mögen, so scheint mir doch, dass man nicht unnötig versuchen soll, den guten, einfachen Kurzschlussmotor unnötig zu komplizieren, wenn man mit ihm das Auslangen findet. Man soll vielmehr bei der Aufstellung von Anschlussbedingungen für Motoren an die Netze der Elektrizitätswerke das Interesse der letzteren und das der Konsumenten gleichmässig berücksichtigen. Das Elektrizitätswerk interessiert der Leistungsfaktor, der Anlaufstrom des Motors sowie die hiedurch eventuell hervorgerufenen Spannungsschwankungen. Der Konsument wieder benötigt betriebssichere Motoren mit möglichst gutem Wirkungsgrad und Kippmoment, und letzten Endes ist er und das Elektrizitätswerk daran interessiert, dass der Motor möglichst billig im Einkauf ist. Nach diesen letztgenannten Gesichtspunkten wollen wir nun die einzelnen Motortypen kurz vergleichen.

Der *Leistungsfaktor* von kleineren Kurzschlussmotoren bis zu ca. 15 PS ist nach den Normblättern OENORM E 5300 und E 5301 (DIN VDE 2650 und 2651) besser als der von Schleifringmotoren gleicher Leistung. Ueber 15 PS sind die Leistungsfaktoren gleich angegeben. Für kleinere Leistungen ist daher der Kurzschlussmotor hinsichtlich des Leistungsfaktors vorzuziehen, bei grösseren Leistungen sind beide Motorgattungen gleichwertig. Der Kurzschlussmotor, der normalerweise mit Stern-Dreieckschalter versehen wird, hat aber den grossen Vorteil, dass er bei der Unterbelastung auch in Sternschaltung im Betrieb belassen werden kann und dann mit bedeutend besserem Leistungsfaktor arbeitet. Dieser grosse Vorteil des Stern-Dreieckschalters lässt sich nur beim Kurzschlussmotor ohne Möglichkeit einer falschen Schaltung erreichen.

Nach den Normen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker «Normalbedingungen für den Anschluss von Motoren an öffentliche Elektrizitätswerke» ist der *Anlaßstrom* für Schleifringmotoren und Vollastanlauf für eine Nennleistung von 5—100 kW mit 1,6fachem Nennstrom begrenzt. Für Kurzschlussmotoren soll der An-

[1]) Vgl. E. u. M. 46 (1928) S. 736.
E. u. M. 47 (1929) S. 713.

[2]) Wintermeyer, Elektrojournal 8 (1928), Heft 22.

laßspitzenstrom bei Leistungen von 1,5—15 kW bei 2- und 4poligen den 2,4fachen Nennstrom, bei 6- und 8poligen Motoren den 2,1fachen und bei 10- und 12poligen Typen den 1,7fachen Nennstrom nicht überschreiten. Nach OENORM E 5300 soll der Anlaufstrom für Kurzschlussmotoren von 0,125—1,1 kW und 4polige Motoren den 6,4fachen Nennstrom bei direkter Einschaltung, für 6- und 8polige Maschinen den 5,6fachen Nennstrom nicht überschreiten. Bei Leistungen von 1,5—15 kW soll das Verhältnis Anlaufstrom zu Nennstrom bei 2- und 4poligen Motoren 7,2, bei 6- und 8poligen Maschinen 6,4 und bei 10- und 12poligen Maschinen mit 11—15 kW den Wert 5,0 nicht überschreiten, während die noch zulässigen Anlaufstromspitzen bei Leistungen von 22—100 kW bei 2- und 4poligen Maschinen 8, bei 6- und 8poligen Maschinen 7,2 und bei 10- und 12poligen Typen den Wert 5,6 nicht überschreiten dürfen. Das Anlaufmoment ist nach dem gleichen Normblatt für Leistungen von 0,125—1,1 kW mit minimal 2fachem Nennmoment, bei Leistungen von 1,5 bis 4 kW mit 1,6fachem, bei Leistungen 5,5 bis 15 kW mit 1,25, bei Leistungen von 22—100 kW mit einfachem Nennmoment genormt. Bei Verwendung eines Stern-Dreieckschalters wird der Anlaufstrom in der Sternschaltung auf den dritten Teil des entsprechenden Wertes bei direkter Einschaltung (Dreieck) herabgedrückt. Damit ergeben sich für den Anlaufstrom Werte, die sich um 2,4fach resp. 2,0fach gruppieren, das sind also Werte, welche nicht mehr allzusehr von dem Anlaufstrom eines normalen Schleifmotors abweichen. Wird daher eine Stromspitze von 2,4fach bzw. 2,0fach toleriert, so werden wohl in einigen Fällen etwas kleinere Anlaufströme gefordert, als laut OENORM E 5300 zulässig wäre, doch zeigt die Praxis, dass die Mehrzahl der im Betrieb befindlichen Kurzschlussmotoren die eben als noch zulässig erklärten Werte nicht überschreitet. Nach den Angaben der Elektromaschinenfirmen kann bis zu Leistungen von ca. 50 kW in Sternschaltung ein Anlaufmoment vom halben Wert des Nennmomentes garantiert werden. Bei gut 95 % aller Motoren ist dieses Anlaufmoment vollkommen genügend, so dass ein Kurzschlussmotor mit Stern-Dreieckschalter nur in sehr seltenen Fällen in der Sternschaltung nicht anläuft. Die Spannungsschwankungen beim Anlassen sind nur im Verhältnis der Anlaufströme grösser als bei einem normalen Schleifringmotor. Die Anlaufverhältnisse beim Stromverdrängungsmotor (Doppelnut - Doppelkäfiganker - Dreinutmotor) sind etwas günstiger als die des normalen Kurzschlussmotors. Der Anlaufstrom ist um weniges geringer, das Anlaufmoment um weniges grösser, der Leistungsfaktor und das Kippmoment kleiner als die entsprechenden Werte beim Kurzschlussmotor.

Der *Wirkungsgrad* von Kurzschlussmotoren bis ca. 15 kW ist günstiger als der eines Schleifringmotors gleicher Leistung. Ueber der angegebenen Leistung sind die Wirkungsgrade beider Motoren nach OENORM E 5300 und E 5301 gleich angegeben. Der Wirkungsgrad von Stromverdrängungsmotoren ist etwas schlechter als der normaler Kurzschlussmotoren. Das Kippmoment von Schleifringläufern und Kurzschlussläufern ist laut Normblätter zwar gleich angegeben, und zwar je nach Motorgrösse und Drehzahl zwischen 1,6 und 2,5. In Wirklichkeit hat aber der gewöhnliche Kurzschlussmotor das grösste Kippmoment, dann folgt der Doppelnutmotor und zuletzt der Schleifringmotor.

Hinsichtlich der *Betriebssicherheit* kann folgendes gesagt werden. Der Schleifringmotor besitzt im Rotor eine feindrahtige Wicklung, benötigt Schleifringe und dadurch ein weiter ausladendes schleifringseitiges Lagerschild. Zum Anlassen werden Widerstände, welche in Stufen geschaltet werden müssen, benötigt. Um die Verluste im Betrieb zu verringern, ist meistens auch eine Kurzschlussvorrichtung vorhanden und eine weitere Einrichtung zum Abheben der Bürsten. Das Anschalten geschieht mittels eines dreipoligen Hebelschalters. Bei der Bedienung dieser Apparate ist genauestens auf die Reihenfolge zu achten. Wird z. B. der Motor bei eingerückter Kurzschlussvorrichtung geschaltet, so nimmt der Motor seinen Kurzschlußstrom — ca. 6—7fachen Nennstrom — auf und führt dadurch zu Anständen. Beim Kurzschlussmotor besteht die Wicklung des Rotors aus Kupferstäben, die durch einen oder mehrere Ringe an den Enden zu einem Käfig verbunden sind. Schleifringe, Kurzschlussvorrichtung und Anlasser entfallen. Die beiden Lagerschilder sind gleich ausgebildet und benötigen durch den Fortfall der Schleifringe weniger Raum. Das Einschalten geschieht mittels Stern-Dreieckschalters mit allpoliger Netzschaltung, so dass sich ein weiterer Schalter erübrigt. Das Gleiche gilt für die Stromverdrängungsmotoren. Die Inbetriebsetzung geschieht durch Betätigung des Stern-Dreieckschalters. Eine falsche Bedienung ist damit ausgeschlossen. Betriebsstörungen, welche seinerzeit bei Kurzschlussmotoren durch Auflöten des Käfigs vorkamen, sind durch die Fabrikationsfortschritte in der Elektroindustrie verhindert. Vielfach werden die Stäbe des Rotors mit den Kurzschlussringen elektrisch verschweisst, so dass eine beinahe unzerstörbare Verbindung hergestellt ist. All das Gesagte spricht also hinsichtlich der Betriebssicherheit zugunsten des Kurzschlussmotors.

Eine wichtige Rolle spielt schliesslich noch der *Preis*. Das Bestreben der Elektrizitätswerke, welche aus wirtschaftlichen Gründen ihren Konsum dauernd vergrössern müssen, muss dahin gerichtet sein, den Konsumenten die Anschaffung von Maschinen zu günstigen Bedingungen zu ermöglichen. Nach dem Vorgesagten muss der Preis des Kurzschlussmotors durch den Fortfall der komplizierten Anlassapparate und infolge des einfacheren Aufbaues niedriger als der eines Schleifringmotors sein.

Zusammenfassend kann gesagt werden: Der Kurzschlussmotor besitzt bei den meist in Betracht kommenden Leistungen einen günstigeren Wirkungsgrad und einen günstigeren Leistungsfaktor als der Schleifringmotor. Er ist in der Bedienung einfacher und im Aufbau robuster als der Schleifringmotor und im Preis günstiger als Schleifringmotor und Stromverdrängungsmotor. Sein Anlaufstrom bei Verwendung von Stern-Dreieckschaltung ist etwas

grösser als der des Schleifringmotors, wobei bei letzterem vorausgesetzt ist, dass die Anlassapparatur richtig dimensioniert ist und dass das Anlassen auch richtig erfolgt.

All die genannten Vorteile des Kurzschlussmotors gegenüber dem Schleifringmotor wurden, trotz der vorher zitierten, noch heute in Geltung stehenden harten deutschen Anschlussbedingungen auch von manchen deutschen Ueberlandwerken durch weitgehende Zulassung zum Netzanschluss gewürdigt. Es sei hier insbesonders das Ueberlandwerk Ostpreussen genannt, das seit ca. ¾ Jahren den Anschluss von Kurzschlussmotoren in erster Linie von dem Anschlusswert der Einzelanlage abhängig macht, und zwar werden solange Kurzschlussmotoren zugelassen, als das Verhältnis zwischen Anschlusswert und Motorgrösse folgende Grenzwerte nicht überschreitet: 5 (3); 8,5 (5); 11 (7) resp. 1 (1); 2 (1); 2,5 (1). Hierbei gelten die nicht eingeklammerten Werte der ersten Zahlenreihe für gewöhnliche, direkt einzuschaltende Kurzschlussmotoren mit Nennleistungen bis 4 kW, 4—8 kW, über 8 kW und die eingeklammerten Werte für Doppelnutmotoren. Die zweite Zahlenreihe gilt in gleicher Weise für Einschaltung mit Stern-Dreieckschaltung. Die bei direktem Einschalten maximal zugelassene Stromspitze ist hierbei bei Einfachnutmotoren mit 7,5, bei Doppelnutmotoren mit 5,0 angenommen [3]). Auch Amerika hat die Vorteile des Kurzschlussmotors schon lange erkannt und gewürdigt. Es laufen dort bereits 90 % aller Asynchronmotoren als Kurzschlussläufer. Den amerikanischen Ingenieuren schwebt als Ideal das direkte Einschalten vor. Der dortige Verband der Kraftwerke (National Electric Light Association, NELA) schuf Anschlussbedingungen für Kurzschlussmotoren, in welchen die zulässige Stromspitze bei Drehstrommotoren 220 V für die einzelnen Motorgrössen bei freiem Anlauf unter Last festgelegt wurde. Danach darf die maximale Spitze beispielsweise bei 3 PS 5,4fach, bei 7½ PS 3,9fach, bei 15 PS 3,0fach und bei 35 PS 2,4fach sein. Motoren über 50 PS dürfen pro PS eine Spitze von 6,0 A besitzen. Die NELA lud ferner die Fabrikationsfirmen ein, bei gleichem Wirkungsgrad Motoren mit nur ⅔ PS des eben genannten Anlaufstromes zu entwerfen. Als Endprodukt ergaben sich Hochreaktanzmotoren für direktes Einschalten unter Last, die nun bis zu 50 PS in normaler Ausführung auf dem Markte zu haben sind. Für aussergewöhnlich hohes Anlaufmoment werden Doppelkäfigmotoren gebaut, die ebenfalls bis zu 50 PS serienmässig hergestellt werden, aber noch etwas teurer als Hochreaktanzmotoren sind. Neuestens will man in Amerika an Stelle von maximalen Stromstössen maximale Spannungsschwankungen zulassen. Diesbezügliche Versuche über Lichtstörungen sollen ergeben haben, dass Spannungsschwankungen unter 1—1½ V nicht mehr zu bemerken waren, so dass Spannungsschwankungen von 2—3 % als noch zulässige Werte erklärt werden können [4]). Interessant ist schliesslich noch der Standpunkt, den man in Amerika bei der letzten Tagung des American Institute of Electrical Ingeneers einnahm. Danach wird sogar dieser hier angeführte Standpunkt der NELA als veraltet angesehen und man fordert direktes Einschalten von Motoren, auch wenn der Einschaltstrom das 5fache des Normalstromes überschreitet [5]).

Die vorstehend angeführten Gründe sowie die bisherigen günstigen Betriebserfahrungen mit Kurzschlussmotoren veranlassten daher die Wiener Elektrizitätswerke, diese von nun an überall dort zuzulassen, wo Schleifringmotoren gleicher Leistung anschliessbar sind. Voraussetzung hierfür ist, dass die beim Einschaltvorgang auftretende Stromspitze bei den 2- und 4poligen Typen nicht grösser als 2,4fach und bei den 6—12poligen Typen nicht grösser als 2,0fach ist. In die Praxis übertragen bedeutet dies aber die Zulassung aller nach den heutigen Normen gebauten Kurzschlussmotoren mit Stern-Dreieckschalter, also aller Kurzschlussmotoren mit Halblastanlauf.

Unter Berücksichtigung besonderer Betriebsbedingungen können unter Umständen ausnahmsweise auch Kurzschlussmotoren grösster Leistung für direkte Einschaltung im Einvernehmen mit den Elektrizitätswerken angeschlossen werden. Dies wird insbesonders bei Primärstationen der Fall sein, wo die Motoren direkt vom Hochspannungsnetz resp. von eigenen Transformatoren, die an dieses angeschlossen sind, gespeist werden. In solchen Fällen wird dann nicht mehr die 2,0- bzw. 2,4fache Spitze das Kriterium für die Anschlussbewilligung sein, sondern eine maximal zulässige Spannungsschwankung an der Sekundärseite des Transformators und damit das Verhältnis zwischen der vom Motor beim Anfahren aufgenommenen Scheinleistung und der Transformatorleistung.

Uebersicht über die neuen Anschlussbedingungen der Wiener Elektrizitätswerke für Kurzschlussmotoren.

Leistung	kW	0,2 bis 2,2	über 2,2
	PS	0,27 bis 3,0	über 3,0
Anschlussbewilligung		Zusicherungskarte	Zusicherungskarte
Anlaufstrom	Drehzahl 3000	OENORM E 5300	2,4
	„ 1500		2,4
	„ 1000, 750		2,0
	„ 600, 500		2,0
Anlassgerät		Hebelschalter	Sterndreieckschalter (Halblast), Statoranlasser (Leeranlauf), direktes Einschalten (im Einvernehmen m. den städt. Elektrizitätswerken)
		selbsttätige Anlaufkupplungen im Einvernehmen mit den städtischen Elektrizitätswerken	

Dr. *A. Velisek,* Wien.

[3]) A. Jaensch, Fachbl. der konz. Elektrotechniker, 9 (1929) S. 153.

[4]) W. Berthold, ETZ 49 (1928), S. 1433.

[5]) C. Schüler, ETZ 50 (1929). S. 759.

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Obligatorische Unfallversicherung. 614.8

Die Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (SUVA) hat einen sehr interessanten statistischen Bericht über die Periode 1923 bis 1927 herausgegeben, aus dem wir hier einige Zahlen wiedergeben.

Abgesehen von den Bagatellunfällen, die weniger als 3 Tage Arbeitsunfähigkeit verursachten, ist die Zahl der Unfälle durch folgende Tabelle dargestellt:

Jahr	Entschädigte Unfälle Total	Invaliditätsfälle Total	Invaliditätsfälle pro 1000 Unfälle	Todesfälle Total	Todesfälle pro 1000 Unfälle
	Betriebsunfälle				
1923	76 842	2 591	34	269	3,5
1924	82 489	2 882	35	312	3,8
1925	86 072	2 944	34	265	3,1
1926	89 341	2 881	32	287	3,2
1927	94 200	3 023	32	317	3,4
	Nichtbetriebsunfälle				
1923	21 063	678	32	153	7,3
1924	22 282	735	33	141	6,3
1925	25 627	818	32	156	6,1
1926	27 133	811	30	191	7,0
1927	28 528	863	30	195	6,8

Der mittlere anfängliche Invaliditätsgrad ist bei den Invaliditätsfällen in den 5 Jahren von 21,4 auf 24,7 gestiegen. Die stete Zunahme der Zahl der Unfälle ist der Zunahme der dem Gesetz unterstellten Personen zuzuschreiben.

Auf 100 Vollarbeiter entfielen

	1923	1924	1925	1926	1927
Betriebsunfälle	14,5	14,4	14,5	15,1	15,5
Nichtbetriebsunfälle	4,0	3,9	4,3	4,6	4,6

Die Unfallfolgen messen sich an den verlorenen Arbeitstagen pro Vollarbeiter. Dieselben betrugen

	1923	1924	1925	1926	1927
bei den Betriebsunfällen	14,3	15,5	14,9	15,3	15,6
bei den Nichtbetriebsunfällen	5,1	5,0	5,3	6,0	6,0

Die mittlere Vergütung der SUVA in ‰ der Jahreslohnsumme betrug

	1923	1924	1925	1926	1927
bei den Betriebsunfällen	18,4	19,1	18,7	18,9	18,8
bei den Nichtbetriebsunfällen	5,7	5,6	6,0	6,3	6,1

Ueber die mittlere Heilungsdauer der Unfallinvaliden gibt folgende Tabelle Aufschluss:

Von 1000 Unfällen sind noch nicht ausgeheilt

	Betriebsunfälle	Nichtbetriebsunfälle
nach 1 Woche	866	886
» 3 Wochen	295	324
» 5 »	116	135
» 9 »	38	41
» 15 »	14	17
» 26 »	5	5

Die mittleren Heilkosten pro Unfall sind gegenüber früher etwas zurückgegangen; sie betrugen 1927 aber immer noch Fr. 80.76 und die mittlere Dauer der ärztlichen Behandlung 22,1 Tage.

Die Wirkung der Revision der Renten und der Sterblichkeit der Unfallinvaliden kommt in der Abfallordnung der Invalidenrenten zum Ausdruck. Ein Rentenbetrag von ursprünglich Fr. 10 000 sank nach den gemachten Erfahrungen

nach 1 Jahr auf	Fr. 7347.—
» 3 Jahren auf	» 5293.—
» 6 » »	» 4491.—
» 9 » »	» 3764.—

Ein Vergleich der Sterblichkeit der Unfallinvaliden hat ergeben, dass diese geringer war als die Sterblichkeit der übrigen Bevölkerung.

Die SUVA hat konstatiert, dass von allen Unfällen 46 % auf Versicherte fallen, die seit weniger als einem Jahre im Betriebe beschäftigt waren. Es lässt sich daraus schliessen, dass *im allgemeinen* Neulinge in einem Betriebe besonders gefährdet sind. Bei den mit elektrischen Anlagen und Leitungen Beschäftigten trifft dies aber, wie uns die SUVA mitteilt, nicht zu, dort wirkt weniger der Mangel an Kenntnissen als vielmehr die Abstumpfung gegen die Gefahr risikoerhöhend. Entsprechende Warnungen von Seite der Elektrizitätsleiter sind daher dringend anzuraten.

Die Anstalt hat die Schicksale der mehr als 50prozentig Invaliden verfolgt, um festzustellen, in welchem Masse ihnen die Verwertung der gebliebenen Arbeitskraft gelungen ist.

Addiert man für die Rentenbezüger unter 65 Jahren die Prozente der verbliebenen Arbeitskräfte und untersucht man, wieviel davon in Erwerb umgesetzt worden sind, so ergibt sich, dass ¾ nutzbringende Verwendung gefunden haben.

Die Leistungen der Versicherungsanstalt ergeben sich aus folgender Tabelle:

	In der Periode 1918—1922:	In der Periode 1923—1927:
Lohnsumme	7803 Mill. Fr.	9281 Mill. Fr.

Versicherungsleistungen:

	In der Periode 1918—1922:	In der Periode 1923—1927:
Betriebsunfälle	145,660 Mill. Fr.	178,406 Mill. Fr.
Nichtbetriebsunfälle	41,134 » »	54,783 » »

Diese Leistungen verteilen sich auf folgende Komponenten:

	Betriebsunfälle 1918—1922	Betriebsunfälle 1923—1927	Nichtbetriebsunfälle 1918—1922	Nichtbetriebsunfälle 1923—1927
Heilkosten . . .	20 %	20 %	18 %	20 %
Lohnentschädigungen . . .	32 %	29 %	29 %	28 %
Invalidenrenten .	34 %	37 %	27 %	32 %
Hinterlassenenrenten . . . . (wovon Witwenrenten die Hälfte)	14 %	14 %	26 %	20 %

Die Anstalt berechnet, dass im Beharrungszustande (eine gleichbleibende Lohnsumme von jährlich 1,9 Milliarden vorausgesetzt) die jährlichen Zahlungen an die Versicherten ungefähr betragen werden:

für Heilkosten	7,6	Millionen
» Lohnentschädigungen	10,4	»
» Invalidenrenten	22,5	»
» Hinterlassenenrenten	7,0	»
Total	47,5	Millionen

oder 25 ‰ der jährlichen Lohnsumme. Die Anstalt nimmt an, dass der Beharrungszustand in etwa 30 Jahren erreicht sein wird und dass dann das Vermögen der Anstalt ca. 500 Millionen betragen muss.

Der Bericht der SUVA enthält auch eine grosse Tabelle über die Verteilung der Unfälle und deren Belastung auf die verschiedenen Gefahrenklassen und überdies mancherlei Zahlen und Aufklärungen, die ihn höchst lesenswert machen. *O. Gt.*

Kraftwerk Dogern-Albbruck.

621.312.134(494)

Am 16. September d. J. ist in Waldshut eine Aktiengesellschaft, die «Kraftwerk A.-G. Albbruck-Dogern» zum Bau und Betrieb eines Rheinkraftwerkes bei Albbruck gegründet worden. Diese Aktiengesellschaft übernimmt die vom Schweizerischen Bundesrat am 11. Juni 1926 und vom Badischen Bezirksrat Waldshut am 14. Juni 1927 der A.-G. Escher, Wyss & Cie. in Zürich und Ingenieur H. E. Gruner in Basel erteilte Konzession, deren Dauer 83 Jahre beträgt. Die Konzession sieht die Ausnützung des Gefälles von etwa 400 m oberhalb der Eisenbahnbrücke Koblenz-Waldshut bis etwa 600 m unterhalb der Albmündung vor. Das dadurch berührte Aaregefälle ist in die Konzession einbezogen. Soweit dem Aarekraftwerk Klingnau [1]) durch den Stau des Kraftwerkes Albbruck-Dogern ein Gefällsausfall entsteht, ist ihm Ersatz zu leisten. Vorgesehen ist ein Stauwehr bei Dogern, ein Oberwasserkanal auf dem rechten Ufer, ein Maschinenhaus bei Albbruck und ein Unterwasserkanal. Das Werk kommt, abgesehen von der einen Wehrhälfte, ganz auf deutsches Gebiet zu liegen. An verfügbarer Energie ergeben sich bei dem vorgesehenen Ausbau auf 750 m³/s total 447 500 000 kWh pro Jahr. Die Baukosten sind auf $52 \cdot 10^6$ Fr. veranschlagt. Die Selbstkosten der Energie bei voller Ausnützung werden zu 1,37 Rp./kWh angegeben, d. h. etwas mehr als bei Ryburg-Schwörstadt und etwas weniger als bei den Aarewerken Klingnau und Wildegg-Brugg. Das Wasserrecht steht zu 54 % der Schweiz (Aargau) und zu 46 % dem Freistaate Baden zu.

Als Abnehmer der Dogern-Energie treten die Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerke (R. W. E.) auf; da eine Exportbewilligung für die Ausfuhr des schweizerischen Anteils infolge der im allgemeinen verhältnismässig kurzen Bewilligungsdauer als ungenügende Grundlage für das ganze Unternehmen erachtet wurde, suchte und fand man eine neue Lösung im teilweisen Abtausch des schweizerischen Anspruches am Werk Albbruck-Dogern gegen den deutschen Anteil am baureifen Kraftwerk Birsfelden der Kantone Basel-Stadt und Basel-Land.

Der geplante Abtausch besteht darin, dass schweizerischerseits die Ausfuhr von Dogerner Energie nach Deutschland auf die Dauer der Konzession in dem Umfange bewilligt wird, als der Freistaat Baden die Ausfuhr von deutscher Birsfelder Energie nach der Schweiz auf die gleiche Dauer zusichert. Und da sich diese Zusicherung des Freistaates Baden auf die ganze deutsche Quote des Birsfelder Werkes erstreckt, so bildet diese Quote auch den Maßstab für die Energiemenge, die vom schweizerischen Anteil an Dogern nach Deutschland ausgeführt werden soll. Der Bundesrat hat dieser Lösung grundsätzlich zugestimmt, ebenso die Regierung des Freistaates Baden.

Vom schweizerischen (aargauischen) Anteil an Dogern werden 59 % (das sind rund 140 Millionen kWh im Jahr) auf die Konzessionsdauer von 83 Jahren ausgeführt. In diesem Umfange wird auf die schweizerische Beteiligung am Dogener Unternehmen verzichtet. Im gleichen Umfange verzichtet Baden bzw. Deutschland auf die Beteiligung am Werk Birsfelden, derart, dass dieses Werk ausschliesslich als schweizerisches Unternehmen gebaut und betrieben werden kann. Von der Dogerner Energie verbleiben der Schweiz noch 22 %, d. h. ca. 10 000 bis 11 000 kW mit ca. $90 \cdot 10^6$ kWh/Jahr. Die Schweiz verzichtet auf das Rückkaufsrecht an Dogern, Baden auf dasselbe an Birsfelden.

An der neugegründeten Dogern A.-G. sind beteiligt:

die R. W. E. mit	77 %
das Badenwerk mit	1 %
das Aarg. Elektrizitätswerk (A.E.W.) mit	12 %
die Schweiz. Kreditanstalt mit	5 %
das Kraftwerk Laufenburg mit	5 %

Es sind also zur Hauptsache dieselben Unternehmungen, welche bei der Aarewerke A.-G. beteiligt sind.

Der Einfluss der Schweiz wird insofern gewahrt, als für gewisse wichtige Beschlüsse eine qualifizierte Mehrheit von 89 % notwendig ist.

Das A. E. W. beteiligt sich mit 12 % (700 000 bis 750 000 Fr.) an den Jahreskosten und hat dafür Anspruch auf 12 % der Energie (ca. 6000 kW, bzw. $50 \cdot 10^6$ kWh). Diese Energie wird voraussichtlich von den N. O. K. abgenommen; wenn sie nicht in der Schweiz abgesetzt werden kann, so übernehmen sie vertragsgemäss die R. W. E., wofür, dem Vernehmen nach, mit einer Ausfuhrbewilligung gerechnet werden darf.

Damit ist die Wasserkraftnutzung im Vierströmekanton in eine Periode hoher Blüte getreten. Im Bau ist das Grosskraftwerk Ryburg-Schwörstadt (erzeugbare Energie jährlich $600 \cdot 10^6$ kWh); innerhalb weniger Jahre sollen nun folgende weitern grossen Werke gebaut

---

[1]) Siehe Bull. S. E. V. 1929, No. 6, Seite 173 und Seite 176, No. 16, Seite 545. Die Gründung der «Aarewerke A.-G.» ist am 17. September d. J. in Brugg erfolgt.

werden: Wettingen ($120 \cdot 10^6$ kWh), Klingnau ($190 \cdot 10^6$ kWh), Wildegg-Brugg ($260 \cdot 10^6$ kWh) und Albbruck-Dogern ($450 \cdot 10^6$ kWh). Diese fünf Werke werden zusammen etwa $1600 \cdot 10^6$ kWh pro Jahr erzeugen können. Vergleichsweise sei erwähnt, dass in allen schweizerischen Werken für Stromabgabe an Dritte vom 1. Oktober 1927 bis 30. September 1928 $4097{,}4 \cdot 10^6$ kWh elektrische Energie disponibel war, wovon $3361 \cdot 10^6$ kWh verwertet werden konnten [2]).

Der Baubeginn des Werkes Albbruck-Dogern hat bis in drei Jahren zu erfolgen; die Betriebseröffnung ist auf 1935 vorgesehen. — Die Projektierung und Bauleitung des Werkes wurde Ingenieur H. E. Gruner in Basel übertragen.

Kraftwerk an der Thur. 621.312.134(494)

Die Tagespresse meldet, dass die Gemeinde Wil (St. Gallen) ein Konzessionsgesuch für ein Kraftwerk an der Thur eingereicht hat. Vorgesehen wäre eine Staumauer, 320 m oberhalb der Thurbrücke Mühlau-Bazenheid, wodurch die Thur bis 700 m unterhalb der Brücke Bütschwil-Ganterswil zu einem See von $2 \cdot 10^6$ m³ Inhalt gestaut würde. Das Maschinenhaus würde bei Mühlau errichtet und 2 Turbinen zu je 350 kW enthalten. Die minimale Leistung wird zu 240 kW angegeben, die mögliche Jahresproduktion zu $4 \cdot 10^6$ kWh (wovon $3 \cdot 10^6$ kWh Sommerkonstantkraft), die Baukosten zu $1{,}18 \cdot 10^6$ Fr. und die jährlichen Betriebskosten zu Fr. 88 000.

Bericht des Elektrizitätswerkes Davos A.-G. über das Geschäftsjahr vom 1. April 1928 bis 31. März 1929.

Der totale Energieumsatz betrug 11,2 Millionen kWh, gegenüber 10,9 im Vorjahre. Die Produktion der eigenen Werke ist dabei mit 6,56 Millionen beteiligt; die übrige Energie entstammte dem Elektrizitätswerk der Stadt Chur und den Bündner Kraftwerken.

Der Geschäftsbericht lässt nicht erkennen, zu welchem Preise die Fremdenergie gekauft und auch nicht, zu welchem Totalpreise die gesamte Energie verkauft worden ist.

	Fr.
Der Ertrag aus dem Energiegeschäft betrug	224 795
Der Ertrag auf dem Zähler- und Installationskonto betrug	26 429
Total	251 224
Die Passivzinsen und ein kleiner Verlust betrugen	53 187
Die Abschreibungen verschiedener Natur betrugen	197 920
	251 107

Die gesamten elektrischen Anlagen, ohne Warenvorräte, stehen mit Fr. 1 030 698 zu Buch. Die Dividende des Gesamtunternehmens «Elektrizitäts- und Gaswerke Davos A.-G.», mit einem Aktienkapital von Fr. 850 000, betrug 6 %.

Electricité Neuchâteloise S. A.
Service de l'Electricité Neuchâtel.
Office de Renseignements à Neuchâtel.

621.311 (005)

Nous venons d'apprendre qu'un *«Office de renseignements»* ouvrira prochainement ses portes à Neuchâtel. Cet Office travaillera à la diffusion et à la propagande des appareils électriques en général et ceci dans le but de développer l'emploi et la vente du courant électrique à Neuchâtel et dans les contrées avoisinantes. Cet Office recueillera et centralisera tous les renseignements relatifs à l'électricité et plus spécialement à ses applications électro-domestiques, industrielles et agricoles. Il atteindra le public par des prospectus, des brochures, journaux, etc., ainsi que par des causeries et conférences. Un des buts de l'Office de Renseignements sera de mettre à la disposition des abonnés des catalogues, appareils de démonstration et surtout de conseiller les intéressés dans le choix et l'emploi des appareils électro-domestiques. Cet Office de Renseignements, basé sur les conceptions modernes de propagande, travaillera, de concert avec les installateurs électriciens, à vulgariser et répandre dans le public les multiples avantages de l'électricité.

Nur elektrisch versorgte Wohnkolonien in Zürich.

Die elektrische Küche macht in der Stadt Zürich rasche Fortschritte. Ein neues grosses Projekt der Baugenossenschaft «Freiblick» steht vor der Ausführung. Es handelt sich um eine Wohnkolonie von 91 Einfamilienhäusern an der Sonnenhalde in Leimbach am Hange des Uetliberges. Die Wohnungen werden mit elektrischer Küche und Waschküche, mit Waschmaschine und Zentrifuge, fliessendem Heisswasser in Bad, Toilette und Küche ausgerüstet. Der Mietzins pro Wohnung wird Fr. 1000—2170 für 2—5 Zimmer betragen. Ing. *A. Härry.*

Statistique internationale de la production, du transport et de la distribution d'Energie électrique pour l'année 1927, établie par l'U. I. P. D.

(06) 621.311 : 621.311 (001)

La Circulaire nº 19 (15 juillet 1929) de l'Union des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique contient deux tableaux statistiques donnant des renseignements très intéressants concernant la production, le transport et la distribution de l'énergie électrique dans les différents pays pendant l'année 1927. Nous reproduisons ces deux tableaux, I et II, pages 676 et 677 de ce numéro du Bulletin.

---

[2]) Siehe Bulletin S. E. V. 1928, No. 24, Seite 777.

Production de l'énergie électrique.

Tableau I.

Nom du pays	Production thermique d'énergie électrique								Production hydraulique d'énergie électrique								Production totale d'énergie électrique		
	Par moteurs à vapeur				Par moteurs à combustion interne				Par usines au fil de l'eau					Par usines à accumulation					
	Puissance installée des usines	Energie fournie aux réseaux	Pouvoir calorifique moyen des combustibles consommés	Pouvoir calorifique consommé par kWh	Puissance installée des usines	Energie fournie aux réseaux	Pouvoir calorifique moyen des combustibles consommés	Pouvoir calorifique consommé par kWh	Puissance installée des usines	Plus petite puissance disponible	Energie employée au remplissage des bassins d'accumulation	Energie fournie aux réseaux	Energie utilisable et non utilisée	Puissance installée des usines	Energie emmagasinable	Energie fournie aux réseaux	Puissance installée totale	Puissance maximum produite	Energie produite totale
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17=1+5+9+14	18	19=2+6+12+16
	en milliers de kW	en millions de kWh	nombre de calories par kg	Cal/kWh	en milliers de kW	en millions de kWh	nombre de calories par kg	Cal/kWh	en milliers de kW	en milliers de kW	en millions de kWh	en millions de kWh	en millions de kWh	en milliers de kW	en millions de kWh	en millions de kWh	en milliers de kW	en milliers de kW	en millions de kWh
Allemagne	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5700	—	12 444
Belgique	595,4	1058,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	595,4	324,6	1 058,3
Bulgarie	21,4	22,9	3570	7500	7,836	7,284	10 000	4000	18,336	—	—	35,078	—	—	—	—	47,572	26,350	65,262
Canada	(1+5) 130,950	—	—	—	—	—	—	—	(9+14) 2675	—	—	—	—	—	—	—	2805,950	—	14 549,099
Estonie	9	16	2650	15140	0,3	0,3	10 300	6000	1,7	n'a pas été enregistrée	—	8	—	—	—	—	11	—	24,3
France	4503	6330	—	—	—	—	—	—	1933	—	—	3629 [1]	—	compris dans col. 9	—	compris dans col. 12	6436	—	9959 [2]
Hongrie	275	516,1	—	—	23	45,62	—	—	3	—	—	9,13	—	—	—	—	301	—	570,85
Norvège	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1579	14	8040
Pays-Bas	700	1237	7000	6000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	700	409	1323 [3]
Pologne	500,2	1335,7	—	—	20,8	29,5	—	—	9	—	—	14,8	—	—	—	—	530	—	1380
République Argentine (Ville de Buenos-Aires)	96 avec $\varphi=1$	113	9686	—	7	2	9 869	—	—	—	—	—	—	—	—	—	103	38	115
Suisse	50	(col. 2+6) 2	7200	a)	13	compris dans col. 2	10 500	a)	572	225	30	2833	900	265	295	465	900	600	3300
Turquie (Ville d. Constantinople)	48	54,4	6689	5539	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	48	16	55,7
U. R. S. S.	560	1459,4	5101	7550	27	49,4	9 650	3640	78	—	—	158,5	—	—	—	—	665	—	1667,3
U. S. A.	19997	49331	pas de statistique	pas de statistique	410	1000	pas de statistique	pas de statistique	7380 (col. 9+10)		—	29 874	pas de statistique	—	—	—	27787	pas de statistique	80 205

[1]) En outre, 1428 millions de kWh sont utilisés directement par l'industrie de l'électrochimie et de l'électrométallurgie sans passer par des réseaux de transport ou de distribution.

[2]) Ce nombre comprend une certaine quantité d'énergie utilisée directement par l'industrie minière, sans passer par les réseaux, qu'il n'a pas été possible de séparer de l'ensemble.

[3]) Y compris les pertes.

a) Les unités thermiques ne fonctionnent qu'exceptionnellement et seulement au moment des pointes, c'est-à-dire presque toujours dans des conditions très peu favorables au point de vue rendement.

Transport et distribution de l'énergie électrique.

Tableau II.

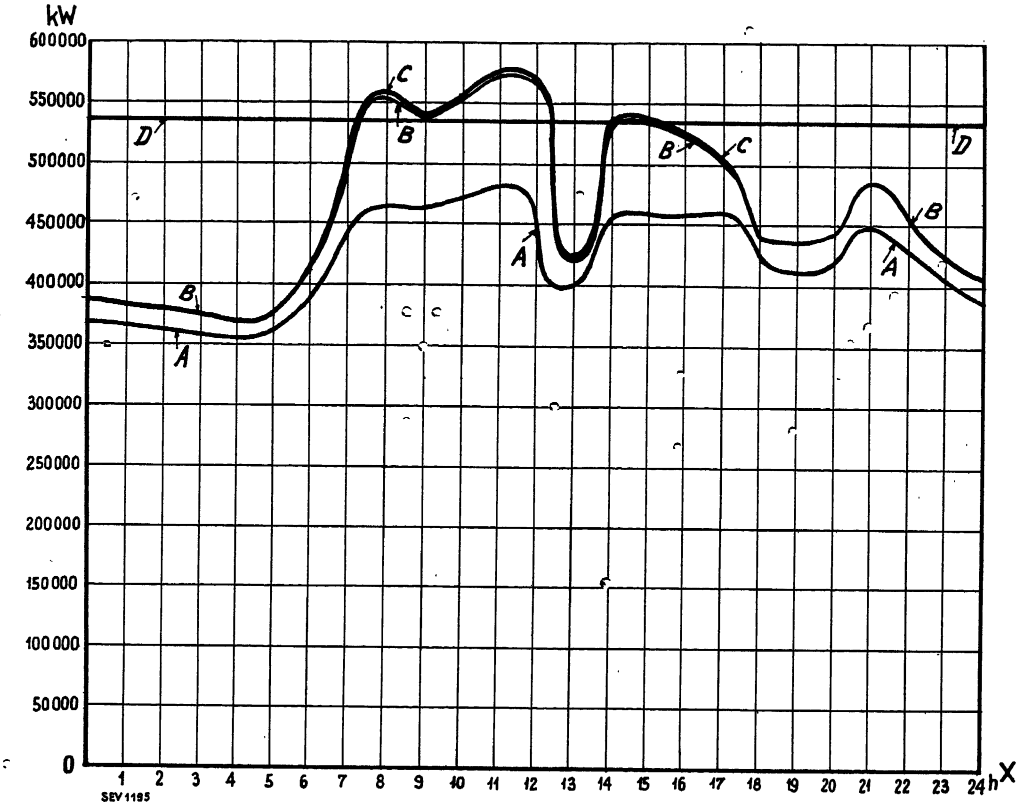
Nom du pays	Population: Totale	Population: Desservie	Energie envoyée dans les réseaux: Produite dans le pays	Importée	Exportée	Totale pour consommation dans le pays	Energie livrée par les réseaux à la consommation — Employée à: la traction	l'électrochimie, métallurgie, thermie et ind. analogues	d'autres industries	services publics, usages domestiques, bureaux et magasins	Totale	Avec garantie de continuité de livraison	Sans garantie de continuité de livraison	Energie perdue dans les réseaux et les transformateurs
	20	21	22	23	24	25 = 22+23 −24	26	27	28	29	30 = 26+27 +28+29	31	32 = 30 −31	33 = 25−30
	en millions d'habitants	en millions d'habitants	en millions de kWh	en millions de kWh	en millions de kWh	en millions de kWh	en millions de kWh	en millions de kWh	en millions de kWh	en millions de kWh	en millions de kWh	en millions de kWh	en millions de kWh	en millions de kWh
Belgique	7,93	5,08	1058,3	1,1	—	1059,4	30	847		103	980	980	—	79,4
Bulgarie	5,482	0,80	65,286	—	—	65,286	3,700	—	28,600	22,700	55	—	—	10,286
Canada	9,658	—	14549	5	1635	12919	—	—	—	—	—	—	—	—
Estonie	1,3	0,3	24,3	—	—	24,3	n'a pas été enregistrée à part				—	—	—	—
France	40,743	32,784	9959	467	61	10365	770	736 1)	5378 2)	1860	8744	—	—	1621
Hongrie	7,9	4,3	570,85	—	—	570,85	79,6	—	261,5	134,5	475,6	—	—	95,25
Norvège	2,77	0,83	8040	0	0	8040	36	5700	1700		7436	—	7436	604
Pays-Bas	7,6	6,1	1323	—	—	1323	93	—	600 3)	544 3)	1237	—	—	86
Pologne	29,6	7,5	1380	50,5	—	1430,5	48	950		162	1160	—	—	—
République Argentine (Ville de Buenos-Aires)	2	—	115	—	—	115	5	—	41	54	100	—	—	15
Suisse	3,95	3,9	3300	20	970	2350	200	500	1200	430	2330 y compris les pertes	2080	250	environ 20%
Turquie (Ville de Constantinople)	—	—	—	—	—	—	8,6	—	21,3	16,8	46,7	—	—	7,7
U.R.S.S.	147,0 4)	12,0 5)	1667,3 6) 20,5 7)	—	—	1687,8	212,8	—	886,1	335,8	1434,7	—	—	253,1
U.S.A.	118,6 *)	85 *)	80205	1633	10	81828	10135	56 774			66909	pas de statistique	pas de statistique	14919

1) En outre, 1428 millions de kWh sont utilisés directement par l'industrie de l'électrochimie et de l'électrométallurgie sans passer par les réseaux.
2) Ce nombre comprend une certaine quantité d'énergie utilisée directement par l'industrie minière, sans passer par les réseaux, qu'il n'a pas été possible de séparer de l'ensemble.
3) Répartition évaluée.
4) Selon les données du recensement de 1926.
5) Par les usines incluses dans les tableaux A et B.
6) Par les usines incluses dans le tableau A.
7) Par les usines non incluses dans le tableau A qui sont des installations génératrices auprès des établissements de diverse destination qui vendent une partie de leur production aux réseaux des usines centrales.
*) Au 1er juillet 1927, étant approximativement le chiffre moyen pour l'année.

Statistik des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke über die Energieproduktion.
Statistique de l'Union de Centrales Suisses concernant la production d'énergie.

[Umfassend die Elektrizitätswerke, welche in eigenen Erzeugungsanlagen über mehr als 1000 kW verfügen, d. h. ca. 97 % der Gesamtproduktion[1])].
Comprenant toutes les entreprises de distribution d'énergie disposant dans leurs usines génératrices de plus de 1000 kW, c. à d. env. 97 % de la production totale[2])].

Verlauf der wirklichen Gesamtbelastungen am 14. August 1929.
Diagramme journalier de la production totale le 14 août 1929.



Leistung der Flusskraftwerke	$= OX \div A =$	Puissance utilisée dans les usines au fil de l'eau.
Leistung der Saisonspeicherwerke	$= A \div B =$	Puissance utilisée dans les usines à réservoir saisonnier.
Leistung der kalorischen Anlagen und Energieeinfuhr .	$= B \div C =$	Puissance produite par les installations thermiques et importée.
Verfügbare Leistung der Flusskraftwerke (Tagesmittel)	$= OX \div D =$	Puissance disponible (moyenne journalière) des usines au fil de l'eau.

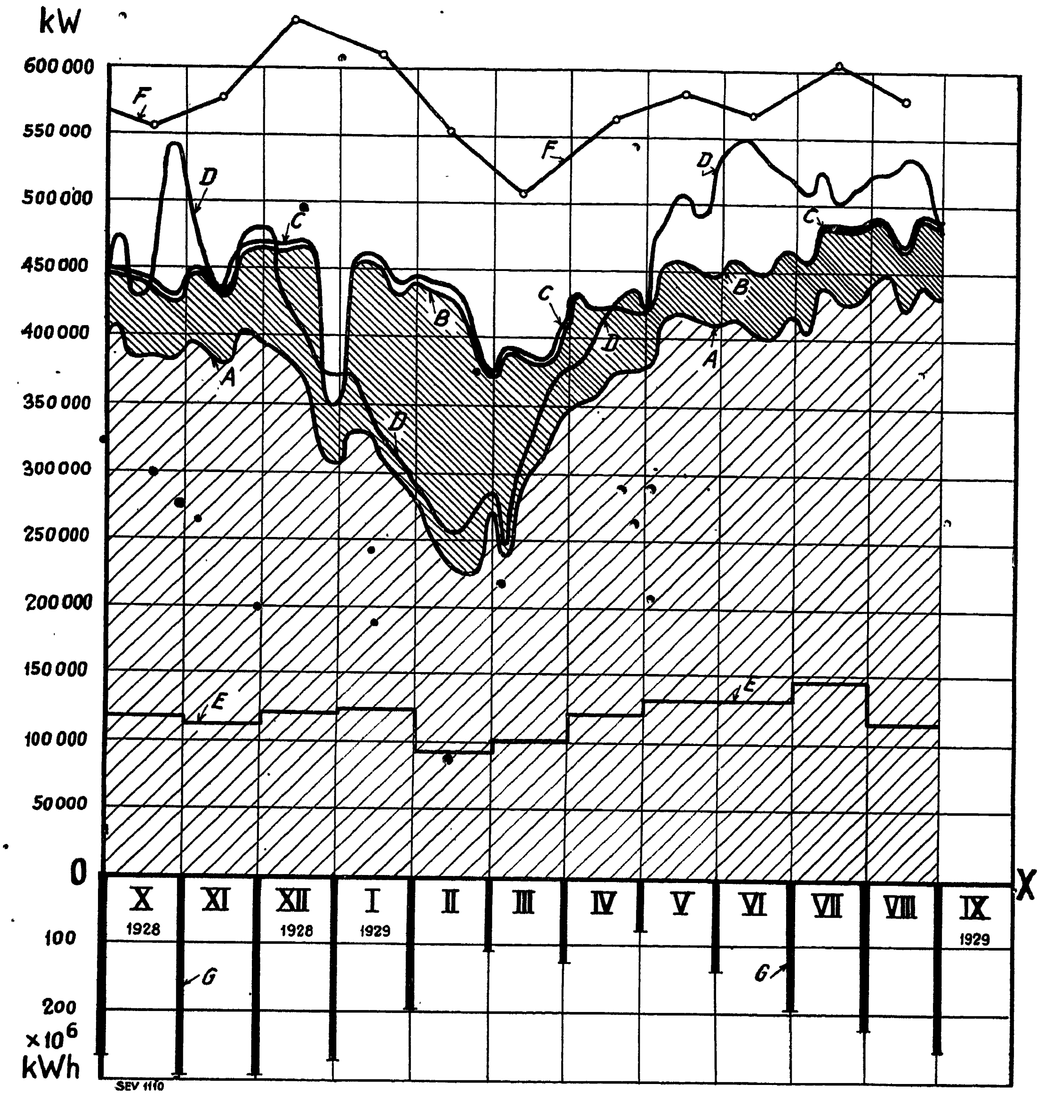
Im Monat August 1929 wurden erzeugt:		*En août 1929 on a produit:*
In Flusskraftwerken	$298{,}0 \times 10^6$ kWh	dans les usines au fil de l'eau,
In Saisonspeicherwerken	$26{,}1 \times 10^6$ kWh	dans les usines à réservoir saisonnier,
In kalorischen Anlagen im Inland	$0{,}1 \times 10^6$ kWh	dans les installations thermiques suisses,
In ausländischen Anlagen (Wiedereinfuhr)	$1{,}9 \times 10^6$ kWh	dans des installations de l'étranger (réimportation)
Total	$326{,}1 \times 10^6$ kWh	au total.

Die erzeugte Energie wurde angenähert wie folgt verwendet:			*L'énergie produite a été utilisée approximativement comme suit:*
Allgem. Zwecke (Licht, Kraft, Wärme im Haushalt, Gewerbe und Industrie).	ca.	$140{,}0 \times 10^6$ kWh	pour usage général (éclairage, force et applications thermiques dans les ménages, les métiers et les industries),
Bahnbetriebe	ca.	$16{,}1 \times 10^6$ kWh	pour les services de traction,
Chemische, metallurg. und therm. Spezialbetriebe	ca.	$53{,}0 \times 10^6$ kWh	pour chimie, métallurgie et électrothermie,
Ausfuhr	ca.	$117{,}0 \times 10^6$ kWh	pour l'exportation,
Total	ca.	$326{,}1 \times 10^6$ kWh	au total.

Davon sind in der Schweiz zu Abfallpreisen abgegeben worden: $31{,}2 \times 10^6$ kWh ont été cédées à des prix de rebut en Suisse.

1) Nicht inbegriffen sind die Kraftwerke der Schweiz. Bundesbahnen und der industriellen Unternehmungen, welche die Energie nur für den Eigenbedarf erzeugen.
2) Ne sont pas comprises les usines des Chemins de Fer Fédéraux et des industriels produisant l'énergie pour leur propre compte.

Verlauf der zur Verfügung gestandenen und der beanspruchten Gesamtleistungen.
Diagramme représentant le total des puissances disponibles et des puissances utilisées.



Die Kurven *A, B, C* und *D* stellen die Tagesmittel aller Mittwoche, die Kurve *E* Monatsmittel dar.

Die Wochenerzeugung erreicht den 6,40 bis 6,43fachen Wert der Mittwocherzeugung. Das Mittel dieser Verhältniszahl ergibt sich zu 6,42.

Les lignes *A, B, C, D* représentent les moyennes journalières de tous les mercredis, la ligne *E* la moyenne mensuelle.

La production hebdomadaire est de 6,40 à 6,43 fois plus grande que celle des mercredis. La valeur moyenne de ce coefficient est de 6,42.

In Flusskraftwerken ausgenützte Leistung	= $OX \div A$ =	Puissance utilisée dans les usines au fil de l'eau.
In Saisonspeicherwerken erzeugte Leistung	= $A \div B$ =	Puissance produite dans les usines à réservoir saisonnier.
Kalorisch erzeugte Leistung und Einfuhr aus ausländischen Kraftwerken	= $B \div C$ =	Puissance importée ou produite par les usines thermiques suisses.
Auf Grund des Wasserzuflusses in den Flusskraftwerken verfügbar gewesene Leistung	= $OX \div D$ =	Puissance disponible dans les usines au fil de l'eau.
Durch den Export absorbierte Leistung	= $OX \div E$ =	Puissance utilisée pour l'exportation.
An den der Mitte des Monates zunächst gelegenen Mittwochen aufgetretene Höchstleistungen	= $OX \div F$ =	Puissances maximums les mercredis les plus proches du 15 de chaque mois.
Anzahl der am Ende jeden Monats in den Saisonspeicherbecken vorrätig gewesenen Kilowattstunden	= $OX \div G$ =	Quantités d'énergie disponibles dans les réservoirs saisonniers à la fin de chaque mois.

Miscellanea.

Das österreichische Elektrizitätsgesetz, dessen Entwurf im Bulletin S. E. V. 1929, No. 8, S. 226, von Dr. Siegel besprochen wurde, ist, wie wir der Tagespresse entnehmen, noch vor Beginn der parlamentarischen Sommerferien parlamentarisch verabschiedet worden.

Herausgabe eines «Annuario del Commercio Italo-Svizzero». Um den noch ausbaufähigen italienisch-schweizerischen Handelsaustausch zu fördern, hat die Italienische Handelskammer für die Schweiz die Herausgabe eines «Annuario del Commercio Italo-Svizzero» beschlossen. Mit diesem Annuario, der im Januar 1930 erscheinen wird, verfolgt genannte Institution den einzigen Zweck, den Absatz der beidseitigen Erzeugnisse zu erleichtern.

Damit das Warenregister sämtlicher am italienisch-schweizerischen Handelsverkehr beteiligten Firmen möglichst vollständig sei, ersucht die Italienische Handelskammer hiemit die in Frage kommenden Kaufleute, Industriellen usw. um Bekanntgabe ihres Namens, Aufzählung der Produkte, die sie — sei es als Lieferanten oder als Käufer — interessieren, sowie um weitere Auskünfte, die zu erteilen ihnen nützlich erscheint. Alle Mitteilungen sind an die Italienische Handelskammer für die Schweiz, Bahnhofstr. 51, Zürich, zu adressieren. Die Aufnahme in das Verzeichnis ist unentgeltlich.

Literatur. — Bibliographie.

Die Stromwendung grosser Gleichstrommaschinen. Von Dr. Ing. *Ludwig Dreyfus.* 191 Seiten. Verlag von Julius Springer, Berlin 1929. Preis broschiert RM. 16.—.

Zur Berechnung der Kommutation, d. h. zur Bestimmung des Wendefeldes und der auf dem Wendepol anzubringenden Ampèrewindungen pflegt man heute wohl allerorts das in den Lehrbüchern von Arnold trefflich dargestellte, von ihm zum grossen Teil entwickelte Verfahren anzuwenden. Der Ausbau dieser Theorie stammt aus den Jahren vor 1900; trotzdem sie unzweifelhaft das Problem nicht vollständig löst und Mängel besitzt, haben die drei letzten Jahrzehnte keine weitere Entwicklung des Kommutationsproblems gebracht.

Mit seinem 1923 erschienenen Aufsatze: «Ein neuer Weg zum Ausbau der Kommutierungstheorie» hat es Dreyfus unternommen, die theoretische Behandlung dieses verwickelten Problems von einer neuen Seite aus anzupacken, indem er den beim Durchgang der Lamelle durch die Bürstenzone eintretenden Schaltvorgang in den Vordergrund stellte. In weitern Aufsätzen hat er so eine neue Fassung der Theorie der Kommutation entwickelt; das vorliegende Buch stellt eine Zusammenfassung der früheren Arbeiten, vermehrt um weitere Folgerungen und Anwendungsbeispiele, dar.

Gegenüber der von Arnold angegebenen Theorie, nach Dreyfus der klassischen Theorie, sind wesentliche Abweichungen teils redaktioneller, teils prinzipieller Art zu verzeichnen, mit denen das Problem unzweifelhaft schärfer erfasst werden kann. An Stelle der üblichen geradlinigen Kommutation, bei welcher die Aenderung des Stromes in der kommutierenden Windung nach der Geraden verläuft, tritt bei Dreyfus als anzustrebender, günstigster Fall die durchschnittlich geradlinige Stromwendung, bei welcher die Summe der Aenderungsgeschwindigkeiten aller in der Pollücke kommutierenden Ströme konstant ist. Die Stromübergangskurve wird zum Zwecke der Vereinfachung der rechnerischen Behandlung aus geradlinigen Stücken zusammengesetzt, die zusätzlichen Kurzschlussströme, als welche die Abweichungen von der Geraden definiert sind, können vernachlässigt werden. In ausgedehntem Masse wird vom Begriff der Induktivität sowohl als Eigen- wie als gegenseitige Induktivität Gebrauch gemacht; ihre Berechnung wird aber namentlich bei variablem Wendepolluftspalt sehr umständlich und benötigt die Inkaufnahme verschiedener Vernachlässigungen. Da im weiteren selbständige und unselbständige Windungen unterschieden werden, so müssen die verschiedenen Möglichkeiten der Wicklungsanordnung, d. s. gerade oder ungerade Nutenzahl pro Polpaar, ganze oder geteilte Spulen besonders betrachtet werden. Untersucht werden im übrigen nur einfache Schleifenwicklungen mit einer Windung pro Kollektorsegment als die übliche Wicklung grosser Gleichstrommaschinen.

Die Arbeit von Dreyfus bildet unzweifelhaft einen äusserst wertvollen Beitrag zur Lösung des Kommutationsproblems. Ob aber diese neue Rechnungsart die ältere, klassische Methode verdrängen wird, erscheint mehr als fraglich. Neben seinen Unvollkommenheiten besitzt das alte Verfahren doch den grossen Vorteil, dass es verhältnismässig leicht verständlich und bequem anzuwenden ist, Eigenschaften, welche der neuen Theorie absolut nicht zuzusprechen sind. Das Buch selbst stellt an den Leser derartige Anforderungen, dass eine weitgehende Verbreitung der darin niedergelegten Rechnungsmethode in den Kreisen der praktisch tätigen Ingenieure kaum zu erhoffen ist.

Druck und Ausstattung des im Verlag Springer erschienenen Buches sind mustergültig.

Prof. *Dünner.*

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke | REDAKTION Zürich 8, Seefeldstr. 301 | Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité

Verlag und Administration | Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G. Zürich 4, Stauffacherquai 36/38 | Editeur et Administration

XX. Jahrgang
XXe Année

Bulletin No. 20

Oktober II / Octobre II 1929

Die Abschaltung von Kurzschlüssen am Ende unverzweigter Leitungen und die sich dabei ergebenden Ueberspannungen, nach Versuchen mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen.

Von *K. Berger,* Ingenieur beim S. E. V. und *H. Habich,* Ingenieur, Sektionschef der S. B. B.

621.374.7 : 621.317.35 (0068)

Die Autoren beschreiben Kurzschluss-Abschaltversuche an einer 132-kV-Leitung. Die beim Abschalten entstehenden steilen Wanderwellen bewirken eine wesentliche Erschwerung des Schaltvorganges infolge der Trägheit des Schalterlichtbogens und einer relativ kleinen, auf die Leitung arbeitenden Maschinenleistung. Die Erklärung der Vorgänge ist mit Hilfe der aufgenommenen Kathoden-Oszillogramme möglich geworden. Es geht daraus hervor, dass ein Schalter in Netzen gefährlicheren Beanspruchungen ausgesetzt sein kann als an den Klemmen eines Prüffeld-Generators. Die Abhilfsmassnahmen für den gefährlichen Vorgang werden angegeben und Schlüsse gezogen betreffend die Prüfung von Hochleistungs-Oelschaltern.

Les auteurs décrivent des essais de rupture de courts-circuits effectués sur une ligne à 132 kV. Les ondes à front raide qui prennent naissance dans ce cas entravent sensiblement la rupture, par suite de l'inertie de l'arc dans l'interrupteur et de la puissance relativement faible des machines travaillant sur la ligne. Les oscillogrammes relevés au moyen de l'appareil cathodique ont permis d'analyser ce processus. Il s'ensuit qu'un interrupteur peut être astreint à des efforts plus considérables dans le réseau qu'aux bornes d'une génératrice d'essai. Les auteurs indiquent les mesures à prendre pour parer aux effets dangereux et tirent des conclusions relatives à l'essai d'interrupteurs à huile de grande puissance.

1. Einleitung.

Bei Kurzschlussversuchen mit Oelschaltern, die im Unterwerk Rupperswil am Ende der 132 kV-Uebertragungsleitung Vernayaz-Rupperswil der S. B. B. ausgeführt wurden, zeigten sich in den bei gewissen Betriebszuständen mit dem gewöhnlichen Schleifen-Oszillograph aufgenommenen Oszillogrammen rasch verlaufende Spannungsvariationen, die nicht mehr zuverlässig aus den Oszillogrammen ersichtlich waren und die es deshalb sehr wünschenswert erscheinen liessen, diese Vorgänge gleichzeitig auch mit dem Kathodenstrahl-Oszillograph des S. E. V. zu verfolgen. Die Deutlichkeit, mit welcher mit diesem Apparat rasch verlaufende Vorgänge festgehalten werden können, und die bisher unbekannte Klarheit, mit der sich die Vorgänge selber nun erkennen lassen, machen eine kurze Beschreibung einiger weniger Beispiele von Oszillogrammen des Kathodenstrahl-Oszillographen, sowie einen Vergleich derselben mit den zugleich mittels des Schleifenoszillographen aufgenommenen Oszillogrammen wünschenswert [1].

[1] Für die Zurverfügungstellung der letztern sei der Maschinenfabrik Oerlikon auch an dieser Stelle bestens gedankt.

2. Netzdaten.

Das Schema der bei den hier beschriebenen Versuchen benutzten Anlageteile geht aus Fig. 1 hervor. Das Bahnnetz der S.B.B. wird bekanntlich mit Einphasenstrom von $16\,^2/_3$ Per/s betrieben. Der heutige Ausbau des elektrifizierten Bahnnetzes der S.B.B. findet sich beschrieben von Dr. E. Huber-Stockar im Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Zürich 1929[2]). Die speisenden Transforma-

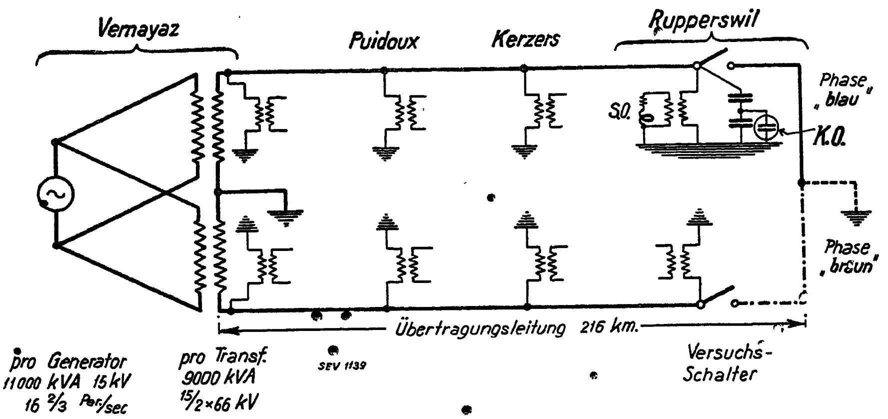


Fig. 1.
Schema der Versuchsanlage.
SO = Schleifenoszillograph. KO = Kathodenstrahloszillograph.

toren besitzen zwei bewickelte Säulen, eine für die Transformierung von 15 auf 132 kV, die andere von 15 auf 66 kV. Eine dritte unbewickelte Säule mit ca. 15 % des Eisenquerschnittes einer Hauptsäule dient dem Ausgleich magnetischer Flüsse der 132 und 66 kV-Säule. Die 66 kV-Wicklung war bei den Versuchen stets offen. Ihre Säule befindet sich immer im Leerlauf; die Wicklung kann für die vorliegende Betrachtung als unwesentlich weggelassen werden. Der Mittelpunkt der 132 kV-Wicklung ist betriebsmässig direkt geerdet. Die Uebertragungsleitung für 132 kV zwischen den beiden Leitern führt von Vernayaz über die Unterwerke Puidoux und Kerzers nach Rupperswil. Von Rupperswil bis Puidoux befinden sich auf dem gleichen Gestänge zwei Leitungsschleifen (4 Leiter). Von Puidoux nach Vernayaz liegen beide Schleifen auf getrennten Gestängen, jede zusammen mit andern Leitungen für 60 kV. Auf einem Teilstück Deitingen-Gösgen von ca. 32 km Länge befindet sich überdies noch eine Drehstromleitung für 80 kV auf demselben Gestänge. Eine Beschreibung der 132 kV-Leitung findet sich ebenfalls im erwähnten Neujahrsblatt. Für die meisten Versuche wurde nur eine Leitungsschleife von 216 km totaler Länge benutzt, während die andere dem Bahnbetrieb diente.

Die Kurzschlüsse wurden in Rupperswil durch den Versuchsschalter ein- und ausgeschaltet. Bei einem Teil dieser Versuche war nur ein Leiter der Uebertragungsleitung direkt hinter dem Schalter mittels starker Cu-Seile an die Betriebserde verbunden (einphasiger Kurzschluss nach Erde); bei andern Versuchen waren beide Leiter hinter dem Schalter fest geerdet (zweiphasiger Kurzschluss nach Erde); bei einer dritten Versuchsschaltung waren beide Phasenleiter unter sich hinter dem Schalter kurzgeschlossen, aber nicht geerdet (zweiphasiger Kurzschluss ohne Erde). Das Relais des Versuchsschalters war auf Momentan-Auslösung eingestellt, so dass der Schalter in Bruchteilen einer Sekunde den selber eingeleiteten Kurzschluss wieder unterbrach.

2) Zu beziehen durch das Generalsekretariat des S.E.V. und V.S.E., Seefeldstr. 301, Zürich 8.

Die Konstanten der benutzten Maschinen, Transformatoren und Leitungen sind folgende:

a) Kurzschluss-Impedanz pro Generator in Vernayaz, bezogen auf 15 kV:

$$Z_K = 3{,}2 \text{ Ohm}, \quad R = 0{,}108 \text{ Ohm}.$$

Die Z_K-Werte sind aus Oszillogrammen bei plötzlichem Kurzschluss des Generators gewonnen, die R-Werte aus Gleichstrom-Widerstandsmessungen.

b) Kurzschluss-Impedanz pro Transformator in Vernayaz, bezogen auf 15 kV:

bei zweiphasigem Kurzschluss $Z_K = 1{,}9$ Ohm, $R = 0{,}126$ Ohm,

bei einphasigem Kurzschluss $Z_K = 3{,}2$ Ohm, R (wurde nicht gemessen).

Die Z_K- und R-Werte sind aus dem Kurzschlussversuch bestimmt.

c) Die gemessene Kurzschluss-Impedanz der Leitung Vernayaz-Rupperswil (Länge 216 km):

bei zweiphasigem Kurzschluss $Z_K = 0{,}375$ Ohm/km, $R = 0{,}266$ Ohm/km,

bei einphasigem Kurzschluss $Z_K = 0{,}288$ Ohm/km, $R = 0{,}165$ Ohm/km.

Die Teilkapazitäten der Leitung nach Fig. 2 wurden berechnet zu:

$C_{10} = C_{20} = C_e = 0{,}0063$ μF/km,

$C_{12} = 0{,}0022$ μF/km.

In Fig. 1 sind auch die *Messstellen* des Schleifen-Oszillographen (*SO*) und des Kathodenstrahl-Oszillographen (*KO*) bezeichnet. Der Anschluss des Kathodenstrahl-Oszillographen an die 132 kV-Leitung geschah mittels einer kapazitiven Spannungsteilung, wozu der Flansch einer Spannungswandler-Durchführung gegen Erde auf ca. 3000 V isoliert und über eine Glimmer-Kapazität geerdet wurde. Der Kathodenstrahl-Oszillograph war am Ende eines kurzen abgeschirmten Verbindungskabels angeschlossen. In den Figuren S. 692 bis S. 695 sind jeweils unter *a)* die mit dem Kathodenstrahl-Oszillograph erhaltenen, unter *b)* die zugehörigen mit dem Schleifen-Oszillograph erhaltenen Oszillogramme dargestellt. Der Kürze halber sind die ersten als Kathodenstrahl-Oszillogramme, die letzteren als Schleifen-Oszillogramme bezeichnet. Die Masstäbe der Oszillogramme sind stets eingetragen; es ist dazu noch folgendes zu bemerken: Die mit dem *SO* gewonnenen Oszillogramme sind mit ablaufendem Filmband von ca. 3 m Länge aufgenommen. Die Zeitmassstäbe entsprechen der grössten praktisch möglichen Vorschubgeschwindigkeit des Filmbandes, nämlich knapp $^1/_2$ m/s. Die mit dem *KO* aufgenommenen Oszillogramme sind auf rotierendem Film über einer schraubenförmigen Nullinie aufgezeichnet. Das Achsensystem ist daher nicht genau rechtwinklig, sondern je nach der Steigung der Schraubenlinie etwas mehr oder weniger davon abweichend. Der Zeitmasstab wurde 5 bis über 10 mal grösser gewählt als mit dem *SO*, um rasche Spannungsänderungen deutlicher sichtbar zu machen als dies mit dem *SO* möglich ist. In den Figuren ist jeweils nur das Zeitintervall der eigentlichen Abschaltung reproduziert.

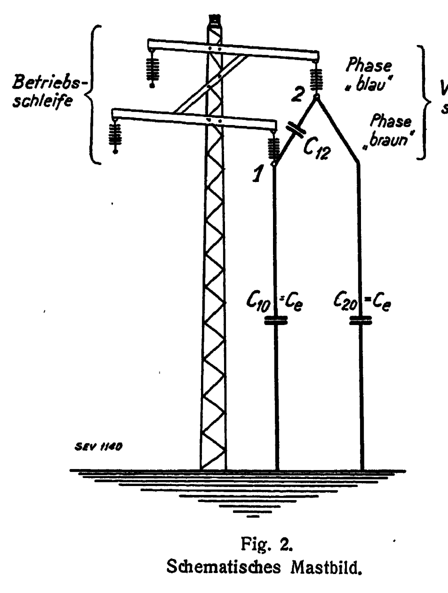


Fig. 2.
Schematisches Mastbild.

3. Einpolige Kurzschlüsse nach Erde.

In den Fig. 3 und 4 (Seite 692 und 693) ist die Spannung der an Erde kurzgeschlossenen Phase bei der Abschaltung dargestellt.

Betrachten wir zunächst Fig. 3. Die Abschaltung dauert 3 volle Halbwellen. Die Lichtbogenspannung des Schalters steigt am Schluss der letzten Halbwelle auf hohe Werte; eine scharfe Löschspitze kommt aber nicht zustande, wie das Kathodenstrahl-Oszillogramm zeigt. Der definitive Stromunterbruch im Schalter geschieht bei Punkt U_1, was aus dem Schleifen-Oszillogramm noch mit knapper Mühe aus der Lage für Strom- und Spannungskurve ersehen werden kann. Die nun einsetzende *Wiederkehr der Spannung* ist insbesondere aus dem Kahodenstrahl-Oszillogramm ersichtlich. Deren Steilheit verdient wegen der damit im Zusammenhang stehenden Abschalt-Ueberspannungen besonderes Interesse. Zunächst nähert sich die Spannung an der Unterbrechungsstelle vom Löschwert von ca. 32 kV_{eff} nicht dem Momentanwert der vorhandenen EMK des Generators, der sich in diesem Zeitpunkt beinahe beim Spannungsmaximum 66 kV_{eff} befindet, wie sich aus der Rückwärtsverlängerung der stationären Spannungskurve ergibt. Sondern die Schalterspannung springt in entgegengesetzter Richtung auf ca. $V_{U2} = 45$ kV_{eff} hoch, täuscht also gewissermassen eine zu hohe „Löschspitze" vor, und verharrt auf diesem Wert während $1{,}5 \times 10^{-3}$ s. Dann springt sie erneut noch etwas höher auf den Wert V_R, um dann erst in der erwarteten Richtung gegen den momentanen Wert der stationären EMK des Kreises einzulaufen.

Nun entspricht die Zeit von $1{,}5 \times 10^{-3}$ s mit sehr guter Näherung derjenigen, die zum Durchlaufen der Uebertragungsleitung bis zum Generator und wieder zurück nötig ist (zweifache Leitungslänge Rupperswil-Vernayaz ca. 432 km $\cong 1{,}5 \times 10^{-3}$ s). Das Kathodenstrahl-Oszillogramm lässt daher die Ursache der Spannungserhöhung zwischen U und R sofort erkennen: Es ist die Spannungserhöhung am Schalter, die durch die Löschstrom-Wanderwelle aufgebaut wird. Als Löschstrom wollen wir jenen Strom bezeichnen, der im Moment des Stromunterbruches im Schalter auf der genannten Leitung noch fliesst. Er bewirkt am Schalter infolge des Stromunterbruchs einen Spannungsanstieg, der sich als rücklaufende Spannungswelle zum Generator hin fortpflanzt, und die dann gewissermassen den im Schalter stattgehabten Stromunterbruch dem Generator meldet. Erst jetzt ist auch für den Generator der Kurzschluss vorbei und die Spannungswiederkehr am Generator beginnt. Trägt man diesen Zeitpunkt ins Kathodenstrahl-Oszillogramm, so gelangt man in die Mitte zwischen U und R. Am Generator-Transformator wird die Rückmeldewelle anfangs überwiegend auf die Leitung zurückgeworfen. Mit ihr wandert der Beginn des Spannungsaufbaues vom Generator aus gegen die Unterbrechungsstelle im Schalter. Die Ankunft am Leitungsende und Oszillographen geschieht im Zeitpunkt R (Rückkehrpunpt der Löschwelle). Jetzt erst beginnt auch dort der vom Generator diktierte Spannungsaufbau des nun in den Leerlauf einschwingenden Kreises.

Die Fortsetzung des Vorganges vom Punkt R an zeigt nun die Geschwindigkeit der Spannungswiederkehr beim Schalter. Da der Strom im Transformator sich etwa beim Nullwert befindet, arbeiten nun Generator und Transformator auf die Leitungskapazität, ähnlich wie wenn die offene Leitung mit dem Leitungsschalter eingeschaltet würde. Der entsprechende Strom durch die Wicklung bildet sich mit der folgenden Zeitkonstante T:

$$T = \frac{L}{R+Z} = \frac{\text{Resultierende Streuung von Generator + Transformator pro Phase}}{\text{Widerstand von Generator + Transformator pro Phase + Wellenwiderstand } Z} \cong 2 \cdot 10^{-3} \text{ s.}$$

Als treibende Spannung wirkt die Spannung über die Transformatorwicklung, d.h. die momentane Generator-EMK minus die auf der Leitung infolge der Löschwelle

vorhandene Restspannung. Für die kurze Zeit von weniger als $^1/_{100}$ s bleibt wohl die EMK des Generators einigermassen konstant; dies gilt aber nicht für die von den Wanderwellen am Transformator erzeugten Spannungen. Jede Wellenankunft verändert die leitungsseitige Spannung am Transformator und damit das Tempo der Stromentstehung durch die Transformatorenwicklung, analog einem Generator mit einer EMK gleich der doppelten Wellenspannung und dem innern Widerstand Z[3]). Die Oszillogramme bestätigen die mittlere Zeitkonstante, da sie einen Spannungsaufbau innert ca. 3×10^{-3} s anzeigen, nämlich etwa der vierfachen Laufzeit einer Wanderwelle über die Leitung. Das mittlere Tempo der Spannungswiederkehr gehorcht also in der Tat einer berechenbaren Zeitkonstante, wie das Kathodenstrahl-Oszillogramm zeigt. — Die Front der Löschwelle kann die Transformatorwicklung nicht passieren; sie wird mehrmals am Transformator auf die Leitung zurückgeworfen und erscheint daher mehrmals im *KO* als schwache Spitze im Abstand der zweifachen Laufzeit der Wellen über die Leitung. Wir werden auf die Erscheinung bei Besprechung der Ueberspannungen noch zurückkommen. Der Spannungsanstieg am Schalter nach Abschaltung des Kurzschlusses erfolgt mit einer Geschwindigkeit von ca. 42 kV_{eff} in 10^{-3} s, das sind ca. 6×10^7 V/s.

Im weitern Spannungsverlauf zeigt sich dann der besser bekannte Teil des Einschwingvorganges des Netzes in den Leerlaufzustand. Wie noch gezeigt werden soll, besitzt das beschriebene 132 kV-Netz zwei Möglichkeiten, Eigenschwingungen auszuführen. Beide Eigenschwingungen kommen infolge der unsymmetrischen Spannungen der beiden Pole gegen Erde im Abschaltmoment zum Vorschein. Das Oszillogramm bestätigt die errechneten Eigenfrequenzen des Netzes von ca. 80 und ca. 160 Per/s, denn die erscheinende Spannungslinie zeigt sich deutlich als aus den zwei genannten Frequenzen zusammengesetzt. Es bleibt noch zu wiederholen, dass dieses Einschwingen anfänglich wanderwellenartig vor sich geht. Dies zeigt sich wieder in dem Kathodenstrahl-Oszillogramm. Die Spannung kehrt stufenweise wieder, die einzelnen Stufen haben eine Breite, die durchwegs der Laufzeit einer elektrischen Welle über die Leitung vom Schalter zum Generator hin und zurück entspricht. Dieser Zeitstrecke entspricht im Kathodenstrahl-Oszillogramm eine Zeitaxenstrecke von 1,8 mm. Die Geschwindigkeit der Wellen längs der Leitung ergibt sich als wenige Prozent kleiner als die Lichtgeschwindigkeit. Besondere Erwähnung verdient die Höhe und Art der entstandenen *Abschalt-Ueberspannungen.* Wir kommen darauf am Ende der Besprechung der einpoligen Kurzschlüsse noch zurück.

Ganz ähnlich wie beim beschriebenen Oszillogramm der Fig. 3 ist der Spannungsverlauf bei dem unter genau gleichen Umständen aufgenommenen Oszillogramm der Fig. 4. Einzig die Polarität der Halbwelle, in der der Lichtbogen endgültig abreisst (Punkt *U*), ist umgekehrt. Die mittlere Geschwindigkeit der Spannungswiederkunft ist ungefähr dieselbe wie in Fig. 3, nämlich ca. 36 kV_{eff} in 10^{-3} s; die Höhe der entwickelten Ueberspannung ist etwas geringer. Wir kommen darauf noch zurück.

Neu dazu kommt in diesem Oszillogramm eine Rückzündung im Schalter im Zeitpunkt *Z*. Interessant ist deren Dauer. Sie währt nämlich genau so lange als die entstehende Stromwelle braucht, um zum Generator hin und zum Schalter zurückzulaufen, das sind wieder $1{,}5 \cdot 10^{-3}$ s. Dieser Zeitspanne entspricht im *KO* die Zeitaxenstrecke von 2,3 mm. Während dieser Zeit fällt die Schalterspannung auf kleine Werte ab, die dem Abfall im Lichtbogen entsprechen. Betrachten wir rasch den bei der Rückzündung sich abspielenden *Einschaltvorgang:* Die plötzliche Zündung bedeutet im Schalter einen erneuten Kurzschluss der Leitungsphase an Erde. Vom Leitungsende (Schalter) aus dringt eine Entladewelle gegen den Leitungsanfang (Generator und Transformator) hin vor, welche die Leitung von ihrer Plus-

[3]) L. Binder. Wanderwellenvorgänge, Berlin, 1928, S. 119.

Spannung entlädt. Für diese steile Entladewelle stellt die Wicklung des Transformators als Drosselspule zuerst ein undurchdringliches Leitungsende dar. Die *Front* der Entladewelle wird daher am Transformator zurückgeworfen mit gleichzeitiger Entladung der Leitung nicht nur auf Spannung Null, sondern unter Umladung auf negative Werte. Sobald nun die gespiegelte Entladewelle auf ihrem Rückweg den Schalter erreicht, tritt dort eine weitere Reflexion ein. Da die beschriebene Welle die Leitung nicht nur auf Null, sondern an ihrer Front auf negative Werte entladen hat, müsste jetzt vom Kurzschlusspunkt eine Ladewelle in die Leitung entsendet werden, welche die übermässige Leitungsentladung wieder aufhebt und die Leitung wieder auf Spannung Null bringt. Das heisst mit andern Worten, dass der Entladewellenstrom im Schalterlichtbogen jetzt durch Null hindurchgeht, um in einen umgekehrt-gerichteten Ladestrom überzugehen. Das Kathodenstrahl-Oszillogramm zeigt, dass bei diesem Stromnulldurchgang der Lichtbogen abreisst. Damit ist der Rückzündungs-Kurzschluss wieder aufgehoben. Er dauerte in der Tat genau die doppelte Laufzeit einer Wanderwelle über die Leitung.

Infolge der Unterbrechung kommt die vom Generator und Transformator her rücklaufende Spannungswelle, die oben beschrieben wurde, im Kathodenstrahl-Oszillogramm zum Vorschein. Die Leitung erweist sich tatsächlich anfangs als umgeladen auf negative Spannung, und zwar auf etwa denselben Betrag, der im Moment der Rückzündung am Schalter vorhanden war, nämlich ca. 60 kV_{eff}. Dieser der Zündspannung gleiche Wert ist nun zwar ein Zufall, der sich nur einstellt, wenn im Zeitabschnitt der Zündung kein Ladestrom über den Transformator bestände. In Wirklichkeit besteht ein beginnender Entladestrom, d. h. ein Spannungsrückgang im Zündungsmoment Z. Die wiederkehrende Spannungsspitze erweist sich denn auch, wie es sein muss, etwas höher als die Zündspannung. Dies wird noch deutlicher, wenn die aus dem Oszillogramm ersichtliche Dämpfung der Wellen durch den Ohmschen Widerstand berücksichtigt wird. Kaum ist die Spannungsspitze von ca. 60 kV_{eff} erreicht, so wird schon die beginnende Stromnachlieferung des Transformators merklich, indem die Spannung allmählich gegen den stationären Wert der Transformatorklemmenspannung abbiegt. Von da an folgt wieder das bekannte Einschwingen in den stationären Leerlaufzustand des Kreises, das auch hier gekennzeichnet ist durch die zwei gleichzeitig auftretenden Frequenzen 80 und ca. 160 Per/s. Der Wanderwellencharakter tritt in diesem Oszillogramm noch deutlicher zutage als im ersten, weil durch den plötzlichen Stromunterbruch im Schalter die Ladung der gespiegelten Zündwelle auf der Leitung von der Verbindung zur Erde abgeschnitten wurde und sich nun durch fortgesetztes Hin- und Herwandern auf der Leitung ausgleichen muss. Die Front der vom Transformator her rücklaufenden Entladewelle kehrt infolgedessen noch mehrmals im Kathodenstrahl-Oszillogramm wieder, wobei ihre Steilheit und Höhe jedesmal etwas kleiner geworden sind. Die Steilheit dieser Wellenfront ist zugleich das Mass für die Raschheit des Spannungsanstieges im Schalter, während der Wellenstrom durch Null hindurch geht und der Lichtbogen abreisst. Wie das Kathodenstrahl-Oszillogramm zeigt, erfolgt nach dem Löschen des Lichtbogens der Spannungsanstieg auf ca. 60 kV_{eff} in ca. 10^{-4} s. Das gibt ungefähr $8 \cdot 10^8$ V/s Geschwindigkeit des Spannungsanstieges am Lichtbogen, ohne dass dieser dadurch neu zündet. Die Erscheinung zeigt, wie ausserordentlich rasch der Lichtbogen im Oelschalter entionisiert sein kann. Jedoch ist

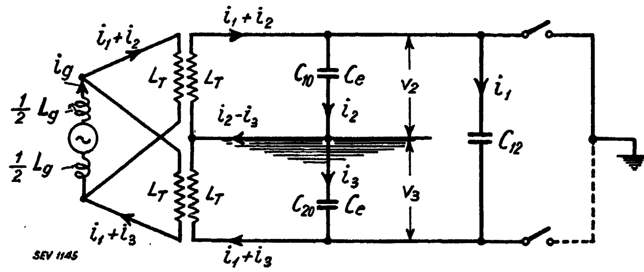


Fig. 5.
Schema zur Berechnung der Eigenschwingungen der Versuchsanlage.

dieses Löschen des Lichtbogens beim Wellenstrom-Nulldurchgang nicht jedesmal zu konstatieren. Wir werden darauf noch zurückkommen.

Nachdem die Kathodenstrahl-Oszillogramme den Zustand des Netzes im Moment der endgültigen Stromunterbrechung haben erkennen lassen, muss es möglich sein, den gesamten Spannungsverlauf beim Einschwingen des Netzes in den anschliessenden Leerlaufzustand zu berechnen. Die Oszillogramme haben dabei das Schlussurteil über die Richtigkeit der Rechnung zu liefern. Da dieser Rechnung wegen der Höhe und des Verlaufes der Abschaltüberspannung auch praktische Bedeutung beikommt, soll sie hier angeführt werden. Mit den Bezeichnungen der Fig. 5 ergeben sich für die Spannungen und Ströme folgende Gleichungen, wobei wir quasistationär rechnen, das heisst unter Voraussetzung unendlich grosser Wanderwellengeschwindigkeit auf der Leitung an Stelle der Lichtgeschwindigkeit[4]) und wobei wir ferner die Spannungsübersetzung der Transformatoren zu 1:1 annehmen, d. h. die Kreiskonstanten nach dem Steinmetz-Ersatzschema reduzieren und ferner den Magnetisierungsstrom des Transformators vernachlässigen:

$$2 v_o = 2 L_g \frac{d}{dt} i_g + L_T \frac{d}{dt} i_g + v_2 + v_3 \qquad (1)$$

$$0 = L_T \frac{d}{dt}(i_2 - i_3) + v_2 - v_3 \qquad (2)$$

oder als Gleichungen für die Ströme:

$$\frac{1}{C_e}\int (i_2 - i_3)\, dt = -L_T \frac{d}{dt}(i_2 - i_3) \qquad (4)$$

$$2 v_o = 2 L_g \frac{d}{dt} i_g + L_T \frac{d}{dt} i_g + \frac{1}{C_e}\int (i_2 + i_3)\, dt \qquad (3)$$

ferner gilt: $i_1 = \frac{C_{12}}{C_e}(i_2 + i_3)$, $i_g = 2 i_1 + i_2 + i_3 = \frac{2 C_{12} + C_e}{C_{12}} i_1 = \frac{2 C_{12} + C_e}{C_e}(i_2 + i_3)$

Durch Differenziation ergeben sich die Grundgleichungen für die Ströme, wobei wir zugleich, um die Ausgleichswerte zu erhalten, die Generator-EMK $v_o = 0$ machen:

$$\left.\begin{aligned} i_g &= -(2 L_g + L_T)(2 C_{12} + C_e) \frac{d^2 i_g}{dt^2} \\ i_2 - i_3 &= -C_e L_T \frac{d^2}{dt^2}(i_2 - i_3) \end{aligned}\right\}$$

Die Gleichungen lassen erkennen, dass das Netz fähig ist, zwei verschiedene Ausgleichsschwingungen auszuführen, deren Frequenzen betragen:

$$f_1 = \frac{\omega_1}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{(2 L_g + L_T)(2 C_{12} + C_e)}}$$ Einschaltschwingung des Generators.

$$f_2 = \frac{\omega_2}{2\pi} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{C_e L_T}}$$ Systemschwingung infolge Unsymmetrie beider Phasen gegen Erde.

Für die Ausgleichswerte des Systems ergeben sich unter Vernachlässigung der Dämpfung durch den Ohmschen Widerstand folgende Lösungen:

$$i_g = K_1 \sin(\omega_1 t + \varphi_1), \qquad i_1 = \frac{C_{12}}{2 C_{12} + C_e} K_1 \sin(\omega_1 t + \varphi_1)$$

$$i_2 - i_3 = K_2 \sin(\omega_2 t + \varphi_2)$$

[4]) Eine Berechnung mit Berücksichtigung der Wanderwellen wäre nach einer von Bucksath in E.T.Z. 1923 angegebenen Methode zwar möglich, aber recht zeitraubend und unübersichtlich.

$$i_2 = \frac{C_e}{2C_{12}+C_e} \cdot \frac{K_1}{2} \sin(\omega_1 t + \varphi_1) + \frac{K_2}{2} \sin(\omega_2 t + \varphi_2)$$

$$v_1 = -\frac{K_1}{\omega_1 (2C_{12}+C_e)} \cos(\omega_1 t + \varphi_1)$$

$$v_2 = -\frac{K_1}{2\omega_1 (2C_{12}+C_e)} \cos(\omega_1 t + \varphi_1) - \frac{K_2}{2\omega_2 C_e} \cos(\omega_2 t + \varphi_2)$$

Die Konstanten K_1, K_2, φ_1 und φ_2 hängen vom Strom- und Spannungszustand des Netzes im Abschaltmoment ab. Hier sind zwei prinzipiell verschiedene Fälle möglich:

a) Die Ströme in den Wicklungen der Transformatoren und Generatoren, d. h. die magnetischen Energien im Moment der Schalterstromunterbrechung sind = 0. Die Systemenergie zu Beginn des Ausgleichvorganges besteht nur in geladenen Kapazitäten, also elektrischer Energie.

b) Die Unterbrechung im Schalter erfolgt derart, dass im Unterbrechungsmoment noch Ströme in einzelnen Induktivitäten und damit magnetische Energieen vorhanden sind. Die Systemenergie zu Beginn des Ausgleichvorganges besteht in diesem Fall sowohl aus elektrischer als auch magnetischer Energie.

Fall a entspricht einer relativ langsamen, sanften Unterbrechung im Schalter, bei der der Lichtbogenwiderstand langsam anwächst und dadurch dem Strom ermöglicht, bis zum Unterbrechungsmoment sehr angenähert längs der stationären Stromkurve dem Wert 0 zuzulaufen.

Fall b entspricht einer raschen, erzwungenen Abschaltung, bei der der Kurzschlusstrom im Schalter in der letzten Stromhalbwelle rascher dem Wert 0 zustrebt, als im stationären Kurzschlusszustand.

Die Konstanten K und φ ergeben sich für die zwei Fälle wie folgt:

Fall a:

$$\varphi_1 = 0, \quad K_1 = -\Delta V_1 (2C_{12} + C_e)\,\omega_1,$$

$$\varphi_2 = 0, \quad K_2 = (\Delta V_1 - 2\Delta V_2)\, C_e \omega_2 = (\Delta V_3 - \Delta V_2)\, C_e \omega_2.$$

Fall b:

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{-\Delta I_g}{\Delta V_1 (2C_{12} + C_e)\,\omega_1} = \frac{-\Delta I_g}{I_{g\,\Delta V1}},$$

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{-(\Delta I_2 - \Delta I_3)}{(\Delta V_2 - \Delta V_3)\, C_e \omega_2} = \frac{-(\Delta I_2 - \Delta I_3)}{(I_2 - I_3)_{\Delta V23}},$$

$$K_1^2 = \Delta I_g^2 + [\Delta V_1 (2C_{12} + C_e)\,\omega_1]^2,$$

$$K_2^2 = (\Delta I_2 - \Delta I_3)^2 + [(\Delta V_2 - \Delta V_3)\, C_e \omega_2]^2.$$

Darin bedeuten ΔV und ΔI die Ausgleichswerte der durch die Indizes der Fig. 5 bezeichneten Spannungen und Ströme im Moment des Stromunterbruches im Schalter. Sie ergeben sich als Differenzen der im Abschaltmoment wirklich vorhandenen und derjenigen Werte, die in diesem Augenblick im stationären Endzustand (Leerlaufszustand) vorhanden wären. Erstere Werte sind aus den Oszillogrammen ersichtlich; letztere erhält man durch Rückwärtsverlängerung der stationären Kurve des Endzustandes (Leerlaufzustandes).

Nach Einsetzen der Konstanten erhalten wir für die Ausgleichswerte der Spannungen:

Fall a:

$$\left.\begin{aligned} V_1 &= \Delta V_1 \cos(\omega_1 t) \\ V_2 - V_3 &= (\Delta V_2 - \Delta V_3) \cos(\omega_2 t) \end{aligned}\right\} \; V_2 = \frac{V_1}{2} + \frac{V_2 - V_3}{2}.$$

Fall b:

$$\left.\begin{aligned} V_1 &= \Delta V_1 \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi_1} \cos(\omega_1 t + \varphi_1) \\ V_2 - V_3 &= (\Delta V_2 - \Delta V_3) \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi_2} \cos(\omega_2 t + \varphi_2) \end{aligned}\right\} \; V_2 = \frac{V_1}{2} + \frac{V_2 - V_3}{2}.$$

Die gegebenen Gleichungen erlauben, den Ausgleichsvorgang genau zu berechnen, abgesehen von den wanderwellenartigen Einzelheiten. Diese können nicht erscheinen, da wir quasistationär gerechnet haben, das heisst unter Voraussetzung unendlich grosser Wellengeschwindigkeit längs der Leitung.

Die Figuren 6 und 7 geben zwei auf diese Weise gerechnete Kurven für die Ausgleichsspannung v_2 einer Phase gegen Erde. Die Dämpfung durch den ohmschen Widerstand ist darin weggelassen; sie könnte einfach durch ein allmähliches Kleinerwerden der Amplituden berücksichtigt werden. Die dargestellte Ausgleichsspannung muss der Leerlaufsspannung des Netzes überlagert werden, um die gesamte Spannung der Phase gegen Erde zu erhalten, wie sie im Oszillogramm zum

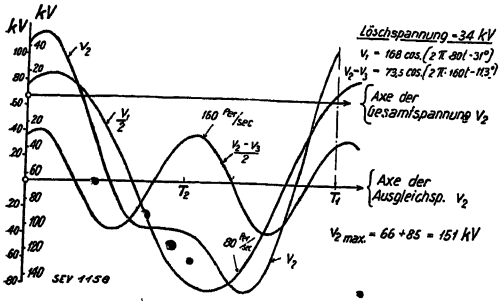


Fig. 6.

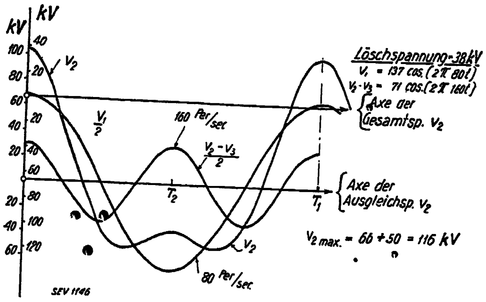


Fig. 7.

Gerechneter Spannungsverlauf nach Abschalten des einpoligen Kurzschlusses.

Vorschein kommt. Da sich der Ausgleich in der Nähe des Maximums der Leerlaufspannung vollzieht, kann an Stelle der Ueberlagerung der Frequenz $16^2/_3$ einfach die Nullinie um den Betrag von 66 kV_{eff} gehoben werden; damit erhalten wir den Anfang der in den Oszillogrammen aufgenommenen Spannungskurve. Nur dieser Anfang hat praktisches Interesse, weil dort die höchste Ueberspannung auftritt. Die Aufzeichnung auch des weitern Verlaufes bietet übrigens keinerlei Schwierigkeiten.

Die der Rechnung der zwei Kurven zu Grunde gelegten Werte ΔV_2 sind den Kathodenstrahl-Oszillogrammen der Fig. 3 und 4 entnommen; die übrigen Werte ΔV_1 und ΔI wurden geschätzt. Ihre Messung würde die Aufstellung eines Kathodenstrahl-Oszillographen auch beim Generator erfordern, was bei den Versuchen nicht möglich war.

Fig. 6 entspricht dem Fall *b)* oder dem Oszillogramm der Fig. 3. Darin ist eine „erzwungene" Abschaltung dargestellt, bei der im Abschaltmoment in den Generator- und Transformatorwicklungen noch ein Strom fliesst, der sich dann in einer Spannungserhöhung an der Leitungskapazität geltend macht. Diese Spannungserhöhung ist sowohl aus Fig. 6, wie aus dem Oszillogramm der Fig. 3, unmittelbar nach Punkt *U* deutlich zu sehen; sie könnte bei oberflächlicher Betrachtung eine „Löschspitze" vortäuschen, die aber nicht in diesem Mass vorkommt. Erst nach dieser Spannungserhöhung biegt die Kurve gegen die stationäre Seite ab und bildet dort zwei Maxima, von denen erst das zweite deutlich ausgesprochen ist, sowohl in der gerechneten wie in der gemessenen Spannungskurve.

Fig. 7 entspricht dem Fall *a)* oder dem Oszillogramm der Fig. 4. Dies betrifft eine Abschaltung, wo die Ströme in den Wicklungen sehr angenähert längs der stationären Kurzschlusstromkurve dem Wert Null zustreben. Die Spannungserhöhung sogleich nach dem Stromunterbruch im Schalter fehlt hier. Die zwei Maxima, zu denen die Spannungskurve hin schwingt, sind in diesem Fall gleich hoch.

Die Dämpfung der Ausgleichsschwingungen gibt eine Verminderung der erreichten Spannungen um ca. 25 % gegenüber den gerechneten, was infolge des im Kreise liegenden Erd- und Leitungswiderstandes nicht verwunderlich scheint. Immerhin zeigen die wenigen Oszillogramme Spannungen von ca. 1,75-facher normaler

Phasenspannung (114 kV), welcher Wert sich bei grösserer Anzahl der Beobachtungen vermutlich noch etwas erhöhen würde.

Zusammenfassend können wir sagen: Im betrachteten dämpfungsfreien Stromkreis können beim Abschalten einpoliger Kurzschlüsse im schlimmsten Fall Abschaltspannungen von ca. 120 kV_{eff} gegen Erde entstehen, sofern der Schalter dem Strom in der letzten Halbwelle das Ausklingen längs der stationären Kurzschlusstromkurve gestattet. Die Dämpfung verringert diese Spannung schätzungsweise auf ca. 100 kV_{eff}. Bei zu rascher Abschaltung können diese Werte wesentlich überschritten werden, wie die Rechnung zeigt. Diese Erhöhung der Abschaltüberspannung ist dann in erster Linie vom Schalter verursacht.

Der Vergleich der Oszillogramme und der gerechneten Spannungskurven zeigt, dass für das vorliegende Netz mit $16^2/_3$ Per/s die Ausschaltgeschwindigkeit des Schalters bereits so hoch ist, dass eine Steigerung nicht mehr zulässig wäre wegen der dadurch bedingten Erhöhung der Abschaltüberspannung. Das noch in zulässigen Grenzen bleibende Tempo des Stromrückganges im Schalter ist aus dem Schleifen-Oszillogramm der Fig. 3 ersichtlich; es erfolgt dort bereits etwas rascher als längs der stationären Stromkurve. Darin liegt eine Bestätigung der gemessenen und gerechneten Spannungskurven.

Vergleichen wir zum Schluss die mit den beiden Oszillographen erhaltenen Oszillogramme, so ist ersichtlich, dass sich beide in wertvoller Art ergänzen. Der Schleifen-Oszillograph gibt das altgewohnte und daher heute leicht leserliche Gesamtbild des Vorganges. Er lässt aber gerade im kritischen Abschaltmoment die Einzelheiten, welche die zweifellose Erkennung der Vorgänge ermöglichen, nicht erkennen. Dies einmal wegen seiner Massenträgheit und zweitens auch wegen der ungenügenden Helligkeit seiner Lichtquelle, wodurch der Strich gerade im kritischen Moment unsichtbar wird. Das Kathodenstrahl-Oszillogramm dagegen lässt alle Einzelheiten erkennen; insbesondere ermöglicht es wanderwellenartige und plötzliche Spannungsveränderungen deutlich zu unterscheiden von langsamern Anstiegen infolge Stromentstehung über Wicklungen. Seine Strichhelligkeit ist so gross, dass auch die raschesten Spannungszusammenbrüche sichtbar gemacht werden können. Eine Massenträgheit kommt bei ihm nicht in Frage.

4. Kurzschluss beider Phasen.

Während die beschriebenen einpoligen Kurzschlüsse nach Erde stets harmlos abgeschaltet wurden, zeigten sich bei der Abschaltung zweipoliger Kurzschlüsse ganz unerwartete Ueberspannungen, die sich in der Länge der Abschaltdauer und in Ueberschlägen an verschiedenen Stellen des 132 kV-Netzes nur zu deutlich bemerkbar machten. Die mit dem Schleifen-Oszillographen aufgenommenen Bilder wiesen im Verlaufe der Abschaltung eine Reihe von Rückzündungen nach, deren Ursache aber auf Grund dieser Oszillogramme nicht gefunden werden konnte. Die in der Folge mit dem Kathodenstrahl-Oszillographen erhaltenen Oszillogramme liessen dann erkennen, dass es sich um eine durch das Zusammenwirken von Netzkonfiguration und Lichtbogeneigenschaften bedingte Ueberspannungserregung bei der Kurzschlussabschaltung handelte, die den Abschaltvorgang wegen der entstehenden Rückzündungen erschwerte und die zu den konstatierten Ueberschlägen in andern Anlageteilen führte. Die Bauart des verwendeten Schalters spielte innerhalb der Versuchsgrenzen keine Rolle, was die Oszillogramme nachweisen.

Die Erkenntnis des Vorganges zeigt, dass sich dieselbe Erscheinung auch in andern Hochspannungsnetzen in bestimmten Schaltungszuständen erwarten lässt. Der Weg zur Abhilfe ist durch die Versuche gegeben. Einige Oszillogramme sollen im folgenden besprochen werden.

a) Kurzschlüsse beider Phasen nach Erde.

Die Fig. 8 und 9 stellen zwei Oszillogramme dar für die Spannungen an einem der beiden Schalterpole nach Fig. 1, die zugleich Phasenspannung gegen Erde und

Lichtbogenspannung eines Schalterpols ist. Beide Figuren gelten für relativ günstig verlaufene Abschaltungen. Fig. 8 zeigt in der letzten Halbwelle vor der Unterbrechung des gemessenen Schalterpols mehrere Rückzündungen des Lichtbogens, zunächst ohne aus der Spannungskurve ersichtliche äussere Ursache. Da seit der Kontaktöffnung erst zwei Halbwellen vorbei sind, wie sich aus den Zündspitzen ergibt, so ist die Kontaktdistanz noch nicht genügend gross, um den definitiven Stromunterbruch zu ermöglichen. Bei der fünften und sechsten Rückzündung Z_5 und Z_6 zeigt sich deutlich eine der Zündung vorangehende scharfe Spannungsspitze nach oben. Ein analoger, sehr rascher Spannungsanstieg zeigt sich auch nach der sechsten Rückzündung nach dem letzten definitiven Stromunterbruch dieses Schalterpols, im Punkt I_3, ohne dass es dabei zu weitern Rückzündungen im Schalter kommt. Die allmähliche Zunahme der Zündspannung ist deutlich zu ersehen. Die Spannung verharrt dann auf etwa demselben Wert während genau derjenigen Zeit, die zum Durchlaufen der Leitung bis zum Generator und zurück nötig ist. Nach einem weiteren schwachen Hochsprung biegt die Kurve ab und es folgt der abgerundete Einschwing-Vorgang des Netzes in den Leerlaufzustand mit einer neuen Frequenz von ca. 120 Per/s. Diese Frequenz kann auf analoge Weise, wie dies an Hand der Fig. 5 für das Einschwingen aus dem einpoligen Kurzschluss geschehen ist, ausgerechnet werden zu:

$$f_3 = \sqrt{\frac{1}{\left(L_T + \frac{L_T L_g}{L_T + L_g}\right) C_e}}$$

Die Formel kann mit einiger Uebung ohne Rechnung aus dem Schema abgelesen werden. Es ergibt sich mit den unter 3. angegebenen Werten: $f_3 \cong 120$ Per/s. Dieser Wert gilt nur solange der andere Schalterpol seinen Kurzschlusstrom noch nicht unterbrochen hat. Dies währt im vorliegenden Oszillogramm noch eine Halbwelle der Betriebsfrequenz, nämlich bis zum Punkt P. Von dort an treten plötzlich wieder die zwei aus dem vorigen Kapitel bekannten Frequenzen ca. 80 und 160 auf, was anzeigt, dass der andere Pol auch abgeschaltet hat und das Netz von da an auf die früher beschriebene Weise in den Leerlaufzustand einschwingt.

Die. Erscheinung der plötzlichen, steilen Spannungshochsprünge ist noch deutlicher wahrzunehmen im Oszillogramm der Fig. 9. Während bei allen andern Versuchen nur ein Generator und ein Transformator in Vernayaz die Leitung speiste, waren es in diesem Falle zwei parallele Einheiten.

Ein erster kleiner Spannungssprung ist ersichtlich schon beim ersten Anstieg der wiederkehrenden Spannung bei Punkt P_1. Dann folgt eine erste Zündung Z_1. Nach der bereits bekannten zweifachen Laufzeit der Leitung wird deren Umladung ersichtlich infolge des Stromunterbruches im Schalter, und die Spannung steigt ungefähr doppelt so rasch wie vor der ersten Zündung wieder an. In diesem Anstieg ist bei P_2 wieder ein plötzlicher Spannungshochsprung zu sehen; bald darauf folgt die zweite Rückzündung Z_2. Sie dauert wieder die zweifache Laufzeit. Die Umladung kommt dann zum Vorschein, allerdings nicht in der vollen Höhe der Zündspannung. Es folgt ein neuer Ast der wiederkehrenden Spannung mit einem plötzlichen Hochsprung der Spannung bei P_3, dem nach zweifacher Laufzeit ein weiterer Hochsprung mit sofort anschliessender Zündung Z_3 folgt. In der nachherigen Lichtbogenspannung ist deutlich die Richtung des Stromes zu erkennen; nach jeweils zweifacher Laufzeit kehrt die Lichtbogenspannung ihr Vorzeichen, der Strom also seine Richtung. Gegen Ende der zweiten, vierten und sechsten Halbwelle unterbricht der Schalterlichtbogen jeweils. Jedesmal kommt darauf eine hohe und steile Spannungsspitze zum Vorschein, die sofortige Wiederzündung des Lichtbogens veranlasst. Nach Z_6 unterbricht der Schalter bereits innert zweifacher Laufzeit nach der Zündung definitiv, worauf der negative Spannungssprung als Umladung der Leitung zum Vorschein kommt. Diese Spannungsspitze wandert jetzt mehrmals auf der offenen Leitung hin und her; sie kommt jeweils nach zweifacher Laufzeit wieder in Rup-

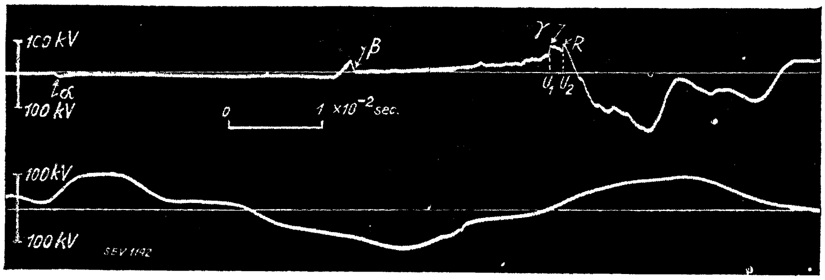


Fig. 3 *a*.
Abschalten eines einpoligen Kurzschlusses nach Erde. Kathodenstrahloszillogramm.

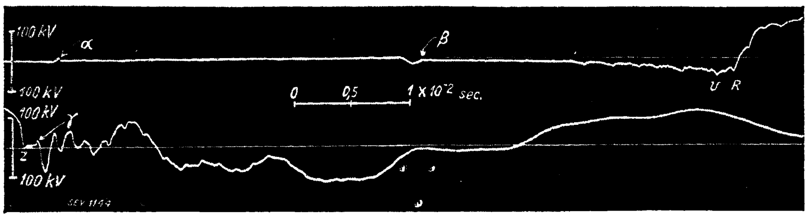


Fig. 4 *a*.
Abschalten eines einpoligen Kurzschlusses nach Erde. Kathodenstrahloszillogramm.

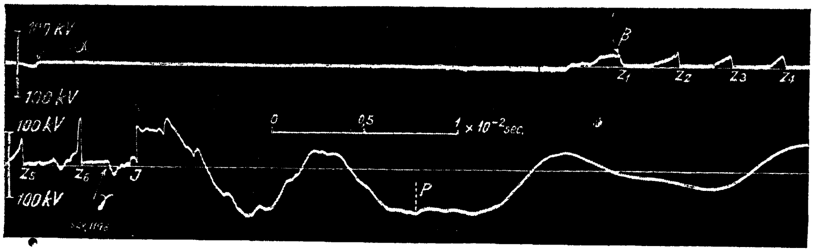


Fig. 8 *a*.
Abschalten eines zweipoligen Kurzschlusses nach Erde. Kathodenstrahloszillogramm.

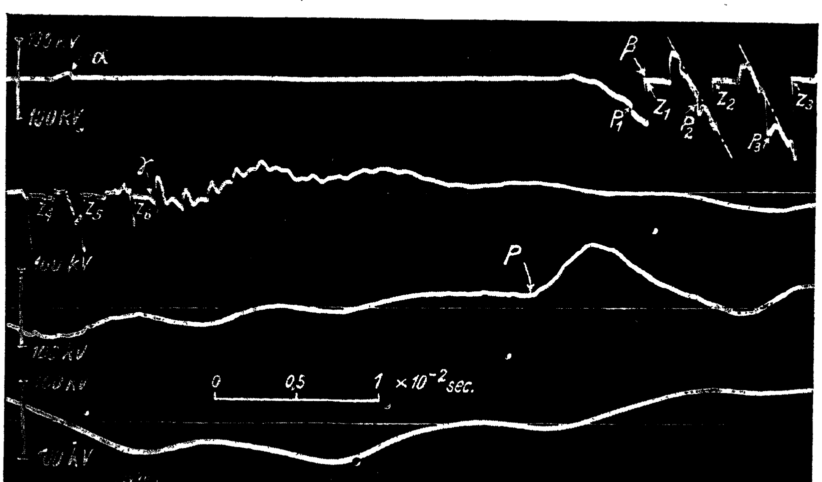


Fig. 9 *a*.
Abschalten eines zweipoligen Kurzschlusses nach Erde. Kathodenstrahloszillogramm.

Sich in den Oszillogrammen *a* und *b* entsprechende Punkte sind mit α, β, γ bezeichnet.

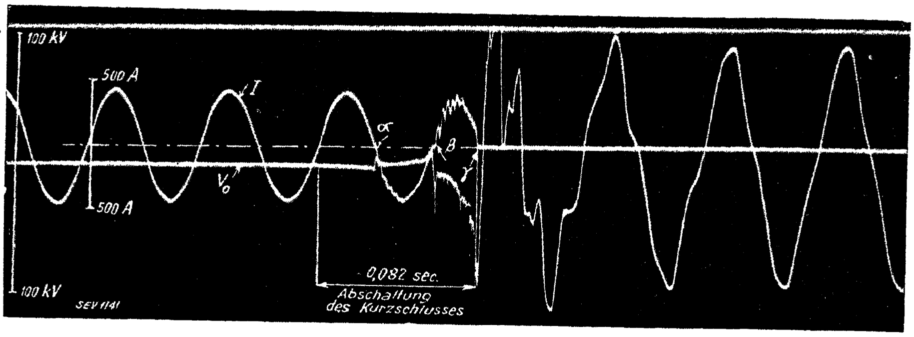


Fig. 3 *b*.
Abschalten eines einpoligen Kurzschlusses nach Erde.
Schleifenoszillogramm.

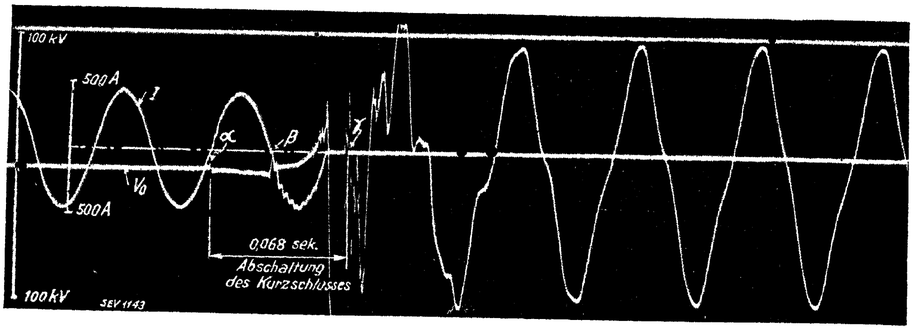


Fig. 4 *b*.
Abschalten eines einpoligen Kurzschlusses nach Erde.
Schleifenoszillogramm.

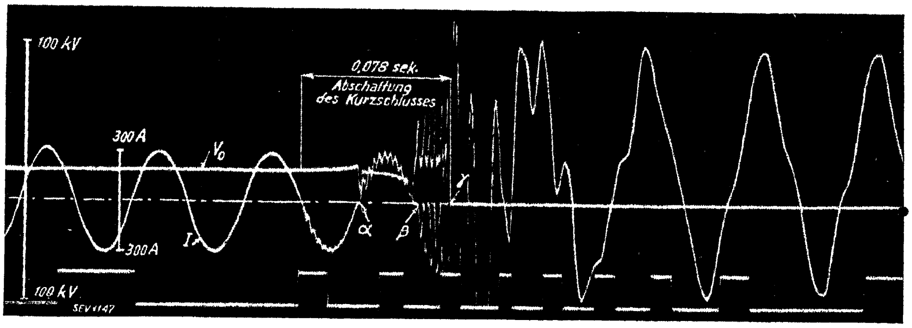


Fig. 8 *b*.
Abschalten eines zweipoligen Kurzschlusses nach Erde.
Schleifenoszillogramm.

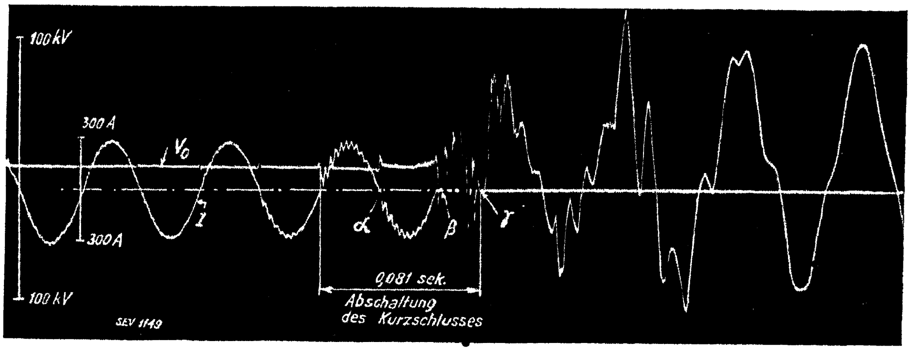


Fig. 9 *b*.
Abschalten eines zweipoligen Kurzschlusses nach Erde.
Schleifenoszillogramm.

Sich in den Oszillogrammen *a* und *b* entsprechende Punkte sind mit α, β, γ bezeichnet.



Fig. 10 *a*.
Abschalten eines zweipoligen Kurzschlusses nach Erde.
Kathodenstrahloszillogramm.

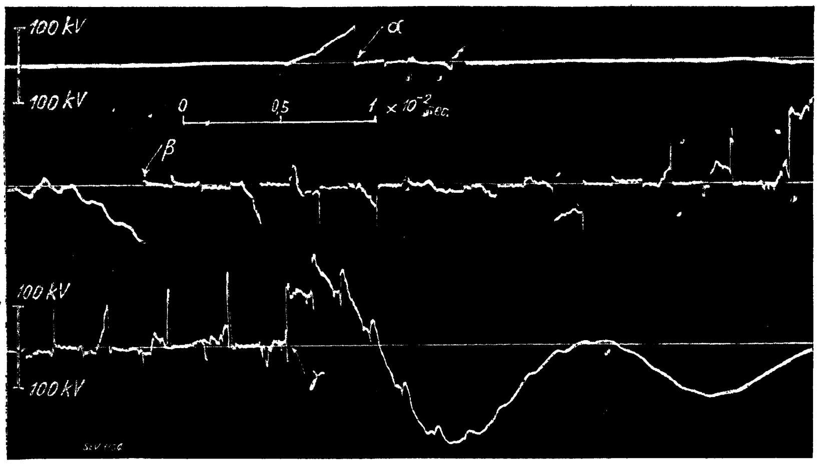


Fig. 11 *a*.
Abschalten eines zweipoligen Kurzschlusses ohne Erde.
Kathodenstrahloszillogramm.

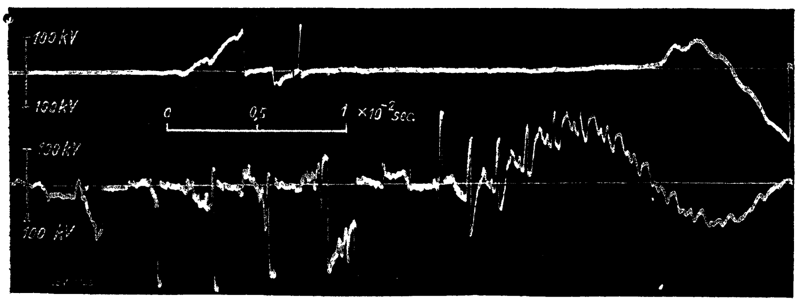


Fig. 12.
Abschalten eines zweipoligen Kurzschlusses ohne Erde.
Kathodenstrahloszillogramm.

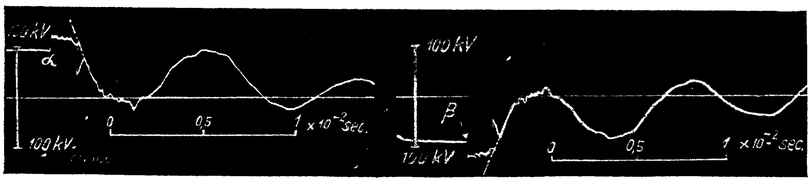


Fig. 13.
Zwei Influenzspannungserhöhungen.
Kathodenstrahlsszillogramm

Sich in den Oszillogrammen *a* und *b* entsprechende Punkte sind mit α, β, γ bezeichnet.

Fig. 10 *b*. Abschalten eines zweipoligen Kurzschlusses nach Erde. Schleifenoszillogramm.

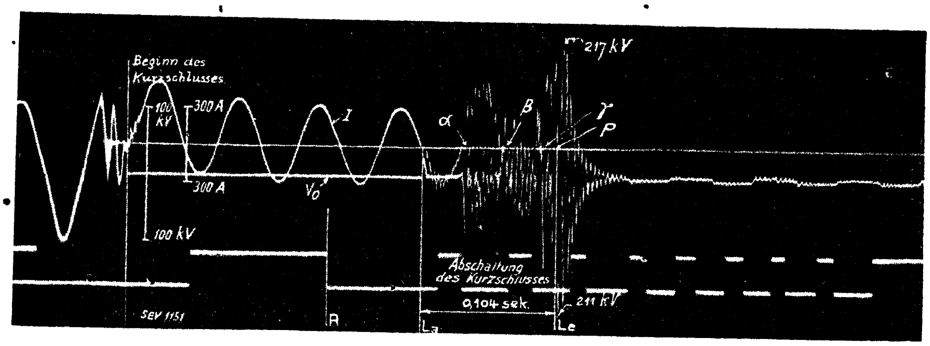
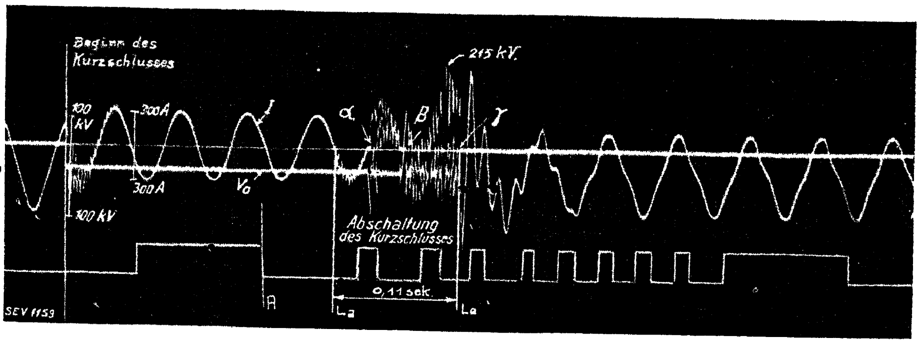


Fig. 11 *b*. Abschalten eines zweipoligen Kurzschlusses ohne Erde. Schleifenoszillogramm.



Sich in den Oszillogrammen *a* und *b* entsprechende Punkte sind mit α, β, γ bezeichnet.

perswil zum Vorschein, mit allmählich abgeflachter Front und abnehmender Höhe. Die anschliessende Schwingung hat wieder ca. 120 Per/s, bis nach zwei Halbwellen der Betriebsfrequenz auch der andere Pol abgeschaltet hat und sich dann die aus 80 und 160 Per/s zusammengesetzte Spannungskurve des Einschwingens in den Leerlaufzustand des Netzes einstellt.

Anschliessend sei noch ein Oszillogramm angeführt, das mit einem Schalter anderer Bauart unter genau denselben Versuchsbedingungen aufgenommen wurde. Bei den bisherigen Versuchen war der Schalter ein Löschkammerschalter mit Zweifach-Unterbrechung. Das folgende Oszillogramm der Fig. 10 stammt von einer Abschaltung mit einem Oelschalter ohne Löschkammern und Sechsfach-Unterbrechung. Zugleich ist die Figur ein Beispiel einer nicht harmlos verlaufenen Abschaltung, indem im Punkte *P* ein Ueberschlag mit Lichtbogen am andern Leitungsende auftrat, der innert zwei Sekunden von selbst wieder abriss. Im Oszillogramm erscheint zunächst eine ununterbrochene Lichtbogenhalbwelle. In der zweiten beginnen nach einem ersten Anlauf der wiederkehrenden Spannung bereits die Rückzündungen; es sind neun solche in dieser Betriebshalbwelle. In der nächsten läuft zuerst die Spannung wieder an, bricht aber wieder zusammen; es gibt acht Zündungen in dieser Halbwelle. Nach einem neuen Ast der wiederkehrenden Spannung beginnen auch in der vierten Halbwelle die Rückzündungen wieder, begünstigt durch die von der dritten Halbwelle her verbliebene Restspannung auf der Leitung. In der vierten Halbwelle ergeben sich dann infolge der bereits grossen Kontaktöffnung recht hohe Ueberspannungen, die im Punkte *P* zum Ueberschlag der Leitung führen. Die Lage des entstandenen Leitungskurzschlusses ergibt sich aus der Frequenz der aus dem Oszillogramm ersichtlichen Entladeschwingung als kurz vor dem Kraftwerk Vernayaz befindlich, was durch die dortige Lärmbeobachtung bestätigt wird. Die mit dem Oszillographen gemessene Spannungsspitze beträgt in Rupperswil noch ca. das 3,5-fache des normalen Wertes, das sind ca. 230 kV_{eff} resp. ca. 330 kV Scheitelwert gegen Erde. Aus der Tatsache, dass die Ueberschlagsspannung der Isolatorenketten

grösser ist als diese Werte, muss geschlossen werden, dass die Spannung an der Ueberschlagsstelle die in Rupperswil gemessene noch übertrifft.

Das Oszillogramm zeigt genau wie die vorigen die typischen Spannungshochsprünge, die stets im Zeitpunkte $4T$ nach erfolgter Rückzündung vorkommen ($T =$ einfache Laufzeit einer Wanderwelle über die Leitung Rupperswil-Vernayaz). Im letzten Bild zeigt sich noch etwas deutlicher als in den ersten zwei, dass der Zeitpunkt der Lichtbogenlöschung im Schalter meistens mehr als die zweifache Laufzeit gegen den Zündmoment verschoben ist; durchwegs liegt er zwischen $2T$ und $4T$ nach erfolgter Rückzündung. Bevor wir auf die Erklärung der Erscheinung eingehen, wollen wir noch zwei Oszillogramme von Kurzschlussabschaltungen ohne Verbindung mit Erde anführen.

b) Kurzschluss zwischen beiden Phasen ohne Verbindung zur Erde.

Wir erwähnen zuerst das Oszillogramm der Fig. 11, das wie jenes der Fig. 10 mit dem Oelschalter mit Sechsfach-Unterbrechung erhalten wurde. Dargestellt ist die Spannung einer Phase gegen Erde, wie in Fig. 1 gezeichnet ist. Die dort gestrichelte Erdung in Rupperswil war entfernt worden. Der Strom beider Phasen ist jetzt zwangsläufig entgegengesetzt gleich gross. Die gemessene Spannung hat als Lichtbogenspannung keine unmittelbare Bedeutung mehr, weil beide Schalterpole in Serie geschaltet und ihre Mitte nicht geerdet ist. Die Oszillogramme zeigen nichts prinzipiell neues. Zeitpunkt und Steilheit der plötzlichen Spannungshochsprünge, sowie Löschzeitpunkt nach erfolgter Rückzündung sind etwa dieselben. Auch die mit dem Löschkammerschalter in dieser Versuchsschaltung aufgenommenen Oszillogramme zeigen denselben Charakter der Spannung. Ein wesentlicher Unterschied bestand in keiner Beziehung; auf die Wiedergabe weiterer Oszillogramme kann verzichtet werden.

Weiter wurde noch untersucht, ob die starre Erdung der Mitte des speisenden Transformators in Vernayaz irgend einen Einfluss auf den Vorgang habe. Fig. 12 gibt ein mit dem Löschkammerschalter aufgenommenes Oszillogramm, wobei vorher die Erdung des speisenden Transformators in Vernayaz (siehe Fig. 1) entfernt worden war, so dass die 132 kV-Leitung nunmehr nirgends mehr mit der Erde in leitender Verbindung stand als über die Spannungswandler der vier Werke längs der Leitung. Die Spannung ist wieder nach dem Schema der Fig. 1 gemessen, d. h. zwischen einer Phase und Erde. Man ersieht aus dem Bild ohne weiteres den prinzipiell ganz gleichen Verlauf der Erscheinung beim Abschalten des Kurzschlusses. Die nach erfolgter Abschaltung auftretende freie Schwingung besitzt in den letzten zwei Bildern denselben Frequenzwert, wie er sich beim Einschalten der offenen Leitung ergibt, nämlich ca. 80 Per/s. Es ist der kleinere der bereits aus den Fig. 3 und 4 bekannten Werte 80 und 160 Per/s.

5. Erklärung der Ueberspannungserscheinung.

Zur Erklärung verhilft vor allem die grosse Steilheit der auftretenden Spannungssprünge. Es kann sich demnach nur um Wellenvorgänge auf der Leitung handeln, weil die Ströme über die Transformatorenwicklungen nicht so rasch variieren können infolge der grossen Drosselwirkung des Transformators. In Betracht gezogen wurden zuerst die von einer Phase auf der andern induzierten *Influenzwanderwellen.* In Fig. 13 ist der gemessene Spannungsverlauf auf einer Phase dargestellt, wenn die andere Phase in ihrem Schalterpol plötzlich an Erde kurzgeschlossen wird.

Wie man sieht, entsteht auf dem nicht geerdeten Leiter eine sprunghafte Spannungserhöhung während genau der zweifachen Laufzeit einer Welle über die Leitung. Da im gemessenen Einphasennetz die erdgeschlossene Phase genau entgegengesetzt gleiche Spannung hat wie die gemessene, kann man ohne weiteres aus der Figur die relative Spannungserhöhung ablesen.

Die Höhe der induzierten Welle zur induzierenden Zündspannung verhält sich wie 1 : 3,7 ≐ 0,27. Dieser Wert stimmt ziemlich gut mit dem gerechneten überein, der sich nach Fig. 2 ergibt zu[5]) $\frac{1}{C_{10}} : \left(\frac{1}{C_{10}} + \frac{1}{C_{12}}\right) = \frac{C_{12}}{C_{10} + C_{12}} = 0{,}26.$

Die Form der Influenzspannungskurve entspricht dem erwarteten Werte, abgesehen von einer aufgesetzten Spitze des Spannungsrückganges, zur Zeit $2\,T$. Dieser Hügel ist in der Figur über der gestrichelten Linie deutlich zu ersehen. Der Zeitpunkt der Spitze lässt vermuten, dass es sich dabei um einen durch den plötzlichen Kurzschluss der andern Phase vom Transformator erzeugten Vorgang handelt. Die regelmässig auf einer nicht geerdeten Phase bei plötzlichen Erdschlüssen der andern auftretenden Influenzspannungshügel lassen zuverlässig Zeitpunkt und Höhe der Zündspannung der nicht gemessenen Phase erkennen. Die Höhe der Influenzüberspannung ist aber zu klein, um die gemessenen Spannungshochsprünge der Oszillogramme zu erklären. Ueberdies käme diese Erklärung nur bei zweipoligen Kurzschlüssen nach Erde in Frage, während sich die gleiche Erscheinung auch bei andern Schaltungen gezeigt hat.

Die *wesentliche Erscheinung zur Erklärung der Ueberspannungen* ergibt sich aus dem Zeitpunkt des jeweiligen Stromunterbruches im Schalter nach erfolgten Rückzündungen und aus dem Zeitpunkt $4\,T$, wo der plötzliche Spannungshochsprung stets eintritt. Betrachten wir an Hand der Fig. 14 zunächst den sich abspielenden Vorgang, sofern im Zeitabschnitt der Zündung kein Transformatorenstrom fliesst. Die ganze Leitung sei im Zeitpunkt der Zündung aufgeladen auf die Spannung $+V_0$ (Fig. *a*). Wie bei den einpoligen Kurzschlüssen beschrieben wurde, entlädt die Rückzündung zunächst die ganze Leitung (Fig. *b*). Die Reflexion der Entladewelle am andern Leitungsende (Vernayaz) bedingt zuerst dort die Umladung der Leitung. Nach zweifacher Laufzeit $2\,T$ ist die ganze Leitung umgeladen auf $-V_0$ (Fig. *c*). Nun wird vom Kurzschlusspunkt eine Ladewelle $+V_0$ in die Leitung entsendet, wobei der Lichtbogenstrom durch Null hindurchgeht und seine Richtung umkehrt. Reisst der Lichtbogen dabei nicht ab, so entsteht dieser Ladestrom; im Oszillogramm kehrt sich die Polarität der Lichtbogenspannung um (Fig. *d*). Zur Zeit $3\,T$ (Fig. *e*) kommt die Ladewelle in Vernayaz an und wird dort in der Folge am Transformator gestaut auf das doppelte des Spannungswertes (Zeitpunkt $3^1/_4\,T$ in Fig. *f*), wobei die totale Spannung dort von $-V_0$ auf $+V_0$ aufspringt. Nach einer weitern Laufzeit, also im Zeitpunkt $4\,T$, langt die reflektierte Ladewelle wieder beim Schalter und Oszillographen an. Nun zeigen die Oszillogramme fast durchwegs eine Stromunterbrechung im

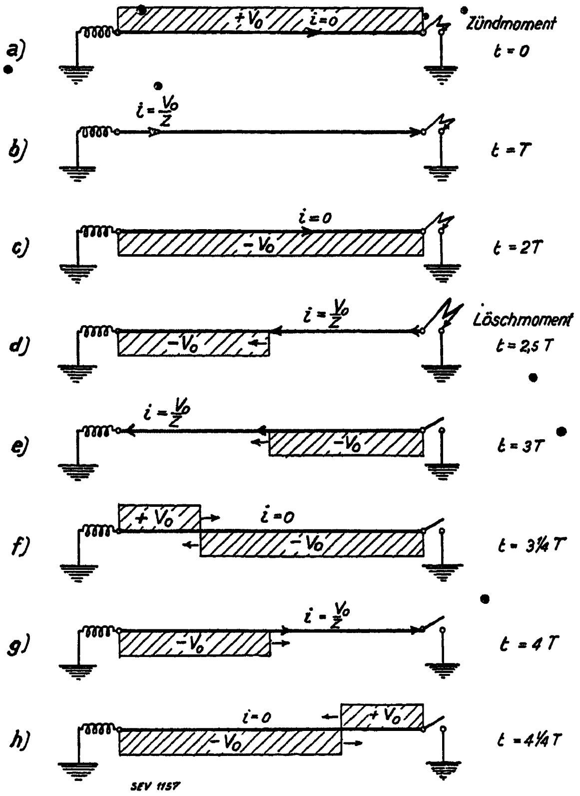


Fig. 14.
Erklärung des Spannungshochsprungs im Zeitpunkt $4T$ nach erfolgter Rückzündung.

[5]) R. Rüdenberg, Elektr. Schaltvorgänge, 1923, S. 394.

Schalter zwischen $2T$ und $4T$, deren Ursache wir noch erkennen werden. Die genannte Ladewelle wird deshalb als begrenzte Ladewelle nur während eines Bruchteiles von $2T$ in die Leitung geschickt. Ausserdem trifft ihr Kopf im Zeitpunkt $4T$ beim Schalter nicht mehr auf Erde, sondern auf ein inzwischen geöffnetes Leitungsende. Derselbe Reflexionsvorgang wie vorher in Vernayaz vollzieht sich jetzt hier: Die Spannung springt infolge der Stauung am offenen Schalter plötzlich von $-V_0$ auf $+V_0$ in die Höhe. Das ist der doppelte Betrag der Zündspannung, der jetzt als Sprung auftritt. Damit ist der in Oszillogrammen ersichtliche plötzliche Spannungshochsprung im Zeitpunkt $4T$ aufgeklärt, der, wie beschrieben, annähernd den doppelten Betrag der jeweiligen Zündspannung erreichen kann.

Im Beispiel ist angenommen, dass der Lichtbogen zur Zeit $2{,}5\,T$ lösche. Die in die Leitung entsandte Ladewelle ist dann eine Sprungwelle von der Höhe $+V_0$ und der Länge der halben Leitung. Die Spannungsverteilung im Zeitpunkt $3T$ ist aus Fig. *e*, der Zeitpunkt $3^1/_4\,T$ aus Fig. *f*, $4T$ aus Fig. *g* und endlich der Zeitpunkt $4^1/_4\,T$ aus Fig. *h* ersichtlich, sofern der Schalter bei der aufgetretenen Spannungserhöhung nicht inzwischen neu gezündet hat. Sofern der Lichtbogen im Zeitabschnitt $6T$ bis $8T$ nach erfolgter Neuzündung wieder abreisst, kann dieses Wellenspiel sich in entsprechender Weise fortsetzen. Unerklärt blieb bisher die Ursache des Stromunterbruches im Schalter zwischen $2T$ und $4T$, $6T$ und $8T$ usw. Um diese Erscheinung noch zu verstehen, lassen wir jetzt die gemachte Voraussetzung fallen, dass der Transformatorstrom gleich Null sei. Man erkennt, dass bei der ersten Zündung, die beim Wiederanstieg der Spannung erfolgt, die Richtung des Transformatorstromes derart ist, dass dieser zwischen $2T$ und $4T$ den im Schalter fliessenden Ladewellenstrom ganz oder teilweise aufheben kann. Auch bei jeder weitern Zündung beginnt der Transformator vom Zeitpunkte T an Strom nachzuliefern, womit vom Zeitpunkt $2T$ an nach der Zündung der Totalstrom im Schalter ganz oder annähernd auf Null zurückgeht und der Lichtbogen löscht. Damit ist die Leitung dort von Erde geöffnet und die Möglichkeit zum Spannungshochsprung geschaffen. Das Fliessen des Transformatorstromes während des Zündspieles bewirkt ferner die allmähliche Leitungsaufladung, so dass auch im Löschmoment nicht die Spannung $-V_0$ zum Vorschein kommt, sondern weniger, gerade so, wie die Oszillogramme dies zeigen.

Der Vorgang liesse sich auch durch ein mechanisches Modell veranschaulichen, wo nämlich ein langgestrecktes Reservoir (Leitungskapazität) auf der einen Seite über eine träge Leitung (Transformatorinduktivität) gefüllt, und auf der andern Seite durch ein Ueberdruckventil mit steigender Federspannung (öffnender Oelschalter) entleert wird. Die Ueberspannungen im elektrischen Falle entstehen gewissermassen, weil zeitweise die Leitung nicht nur von der Generatorseite, sondern auch vom Kurzschlusspunkte aus aufgeladen wird.

Die Erklärung zeigt auch, dass die grossen Ueberspannungen überwiegend an den Leitungsenden auftreten, erstmalig am Transformator, dann am Schalter. Auf dem mittleren Teile der Leitung entsteht dieselbe hohe Spannung nur, wenn der Löschmoment erst kurz vor dem Zeitpunkt $4T$ liegt. Die Versuche ergaben in dieser Hinsicht zwei Ueberschläge am transformatorseitigen Ende der Leitung (Vernayaz), zwei Ueberschläge am schalterseitigen Ende (Rupperswil) und ein Ueberschlag etwa in der Mitte der Leitung (Kerzers). Ergänzend muss gesagt werden, dass die Ueberschlagsspannung der 7-gliedrigen Hängekette der 132 kV_{eff}-Leitung mit beidseitigen Lichtbogenhörnern im trockenen Zustand bei 50 Per/s 270 kV_{eff}, bei 40 000 Per/s 340 kV_{eff} beträgt. Die Prüfspannung der Transformatoren betrug 280 kV_{eff} bei 50 Per/s, jene des schwächsten Teiles der Anlage, nämlich der Spannungswandler in Puidoux, Kerzers und Rupperswil 170 kV_{eff}.

Auf die genaue mathematische Formulierung der Entstehungsbedingungen der Ueberspannung kann hier nicht eingegangen werden. Die Formulierung ist ziemlich einfach, solange das Löschen des Lichtbogens ausschliesslich und momentan beim Stromnulldurchgang vorausgesetzt wird. Es ergibt sich, dass Gefahr nur in einem

engbegrenzten Gebiet vorhanden ist, sofern nämlich folgende Bedingung annähernd erfüllt ist:

$$\frac{L}{2T} \cong 4Z,$$

wobei L = Streuinduktivität der speisenden Maschinen- und Transformatorengruppe,
T = Laufzeit einer Welle vom Kraftwerk bis zum Kurzschlusspunkt,
Z = Wellenwiderstand der Uebertragungsleitung (in unserem Falle sehr angenähert 500 Ohm).

In praktischen Einheiten heisst dieselbe Bedingung, dass ungefähr sein muss:

$$P \cong 120 \cdot \frac{V_p^2\, m\, p}{f \cdot D}$$

wobei P = Leistung der auf die Leitung arbeitenden Einheiten in kVA,
V_p = Phasenspannung des Netzes in kV,
m = Phasenzahl (symmetrischer Einphasenstrom $m = 2$),
p = Kurzschlusspannung der auf die Leitung arbeitenden Einheiten in Prozent,
f = Netzfrequenz,
D = Distanz der Schalter oder Kurzschlusstelle vom Kraftwerk in km.

Die Versuche haben aber gezeigt, dass die oben genannten Voraussetzungen über den Lichtbogen bei den raschen Stromänderungen in der Wellenfront nicht mehr erfüllt sind und sich deshalb die Erscheinung unter Umständen in einem ganz wesentlich breiteren Bereich zeigt, als obige Rechnung erwarten liesse. Wir wollen daher im folgenden Kapitel noch auf die für die Kenntnis des Lichtbogens an sich wichtigen Konstanten der Zünd- und Löschverzögerung eingehen, da sich diese Werte und ihre direkten Folgen ohne weiteres aus den Oszillogrammen ablesen lassen.

6. Zünd- und Löschverzögerung des Oelschalter-Lichtbogens.

Als *Zündverzögerung* bezeichnen wir die Zeit zwischen dem Auftreten der plötzlichen Spannungsspitze und dem erneuten Durchbruch im Schalter. In der Regel ist diese Zeit sehr kurz, wesentlich kürzer als 10^{-5} bis 10^{-4} s, was daraus hervorgeht, dass der Spannungszusammenbruch in der Regel bereits in der Front der ankommenden steilen Spannungswelle erfolgt. Doch treten hie und da auch Verzögerungen von $(1 \div 3) \times 10^{-4}$ s auf, zum Beispiel in den Oszillogrammen der Fig. 11 und 12. In letztern Fällen ist der plötzliche Spannungshochsprung bereits deutlich vom darauf folgenden Spannungszusammenbruch zu unterscheiden. Eine Folge davon ist, dass im Zeitpunkt $4T$ nach einer Zündung nicht nur der zur Zeit $t = 0$ stattgehabte Spannungszusammenbruch wieder als Hochsprung sichtbar wird, sondern kurz vorher ein Spannungssprung abwärts, der von der zweitletzten Zündung herrührt, die vor ca. $8T$ stattfand. Nachdem bereits mehrere Zündungen erfolgt sind, tritt in solchen Fällen an Stelle des einfachen Spannungshochsprungs zur Zeit $4T$ nach einer erfolgten Zündung jeweils eine um die Zeitdistanz der Zündverzögerung versetzte Folge von Spannungs-Ab- und Aufsprüngen. Das Ergebnis ist ein Spannungsverlauf, der vor dem starken Hochsprung einer Schwingung ähnlich sieht. Da die Wellen um so mehr gedämpft sind, je öfter diese bereits über die Leitung hin und her gewandert sind, hat diese Wellenfolge stets das umgekehrte Bild einer gedämpften Schwingung, nämlich dasjenige einer sich immer höher aufpumpenden Schwingung.

Die *Löschverzögerung* ist eine Folge der Trägheit des Lichtbogens, die sich darin äussert, dass sich die statischen Werte der Stromspannungscharakteristik nicht momentan einstellen und die Leitfähigkeit hinter den Strom- oder Spannungsänderungen nachhinkt. Insbesondere verliert der Lichtbogen beim plötzlichen Verschwinden des Stromes seine Leitfähigkeit nicht momentan, sondern in einer end-

lichen Zeit. Auch diese Verzögerung zeigt interessante Folgen, die bezüglich der Ueberspannungsentstehung wichtig sein können, wie wir sehen werden. Wir haben bereits gezeigt (Fig. 4), dass der Lichtbogen sehr rasch, nämlich beim Nulldurchgang des Wellenstromes einpoliger Kurzschlüsse, löschen kann. Er ist in diesem Falle in ca. 10^{-4} s nichtleitend geworden, so dass er beim Wiederanstieg einer Spannung von ca. 60 kV_{eff} in etwa 10^{-4} s nicht mehr neu zündet. Während bei einpoligen Kurzschlüssen nach Erde der Lichtbogen immer beim Nulldurchgang des Wellenstromes löschte, blieb er jedoch bei Abschaltung von Kurzschlüssen zwischen beiden Phasen beim Nulldurchgang des Wellenstromes noch während einer messbaren Zeit weiter bestehen.

Die Löschverzögerung ergibt sich aus den Versuchen zu einigen hunderttausendstel bis zu wenigen zehntausendstel Sekunden. Diese Zeit brauchte der Lichtbogen im Schalter zur Entionisierung, d. h. zum Uebergang vom leitenden in den isolierenden Zustand. Die Erscheinung zeigte sich unabhängig von der Schalterbauart; sie war für beide untersuchten Schaltertypen etwa gleich. Offenbar ist die Löschverzögerung eine dem Lichtbogen innewohnende Konstante, wahrscheinlich aber nur solange der Lichtbogen nicht künstlich gekühlt wird, wie z. B. in den Druckluftschaltern[6]).

Eine häufig in den Oszillogrammen konstatierbare Folge der Löschverzögerung sei an Fig. 9 erläutert. Nach der ersten Zündung Z_1 erfolgt der Unterbruch U_1 im Zeitpunkt $2T$ nach der Zündung, d. h. beim Nulldurchgang des Wellenstromes. Die erscheinende Spannungsspitze ist aber merklich weniger hoch als die Zündspannung und zugleich sanft abgerundet. In dem folgenden Anstieg der wiederkehrenden Spannung tritt nun aber genau $4T$ nach der Zündung ein kleiner Spannungshochsprung auf, wie wir diesen ausführlich erklärt haben, sofern die Unterbrechung etwas später als im Zeitpunkt $2T$ erfolgte. Dieselbe Erscheinung zeigt sich nach der zweiten Zündung in verstärktem Masse. Zieht man die gestreckte schräge Linie der wiederkehrenden Spannung, so fehlt jeweils die bei $4T$ aufgesetzte Spitze in Form und Grösse beim Zeitpunkt $2T$ mit umgekehrtem Vorzeichen. Die Löschverzögerung ist somit auch ein Grund, weshalb bei der Stromunterbrechung im Zeitpunkt $2T$ nicht der volle Spannungswert $-V_0$ auftritt, der bei der Zündung als zusammenbrechende Spannung $+V_0$ vorhanden war. Physikalisch gesprochen muss aus den Oszillogrammen geschlossen werden, dass die heisse Gasflamme des Schalterlichtbogens ihre Leitfähigkeit langsamer verliert, als der Strom auf den Wert Null absinkt. Wenn nun der Strom rasch wieder ansteigen will (Wellenstrom-Richtungsumkehr), so kann er das noch in beschränktem Masse tun. Die Leitfähigkeit sinkt aber, bevor der Strom seinen vollen Wert wieder erreicht hat, soweit ab, dass der volle Strom nicht mehr entsteht, sondern der Lichtbogen etwas vorher definitiv löscht. Die Erscheinung ist denkbar, sobald das Tempo der Stromänderung rascher erfolgt als die Geschwindigkeit der Entionisierung („Abkühlung") des Lichtbogens.

Die grosse zum Nicht-Abreissen des Lichtbogens erforderliche Wellensteilheit ist, wie aus den Oszillogrammen ersichtlich, bei den gemachten Kurzschlüssen zwischen

[6]) Erst bei der Durchsicht dieses Aufsatzes kamen uns die wertvollen Arbeiten von J. S. Slepian (J. A. I. E. E. 1929, Juni), F. Kesselring (ETZ 1929, No. 28) und J. Biermanns (ETZ 1929, No. 30 u. 31) zur Kenntnis.

Die vorliegenden Versuche ergänzen die Slepianschen und Biermannsschen Versuche für die der Berechnung nach Slepian am wenigsten zugänglichen langen und relativ dünnen Lichtbogen und hoher Spannungen. Sie zeigen, dass diese Lichtbogen noch rascher entionisiert sein können als die von Slepian und Biermanns bis 7500 V untersuchten. Besonders interessant ist die Tatsache, dass es sich bei den vorliegenden Versuchen gerade um den der theoretischen Voraussicht nach am günstigsten erscheinenden Fall grosser Leistungskapazität handelt (Slepian S. 2 unten, Kesselring S. 1011 oben, Biermanns S. 1074 und 1075). In der Tat ist das vom Transformator bedingte Tempo der Spannungswiederkehr entsprechend der tiefen Netzeinschwingung von nur ca. 100 Per/s der Theorie entsprechend sehr langsam. Daneben hat sich aber eine andere unerwartet rasche Spannungswiederkehr in der Front der reflektierten Zündwellen ergeben, deren Raschheit das Tempo der an Prüfmaschinen erhältlichen Spannungswiederkehr erreichen und sogar überschreiten kann. Ohne der Theorie zu widersprechen, geben die Versuche ein Beispiel jener grossen Menge von Erscheinungen, die sich erst im Werksbetrieb zu erkennen geben und uns mahnen, theoretische Folgerungen nicht allgemein zu ziehen, ohne die Erfahrung zu Hilfe genommen zu haben.

zwei Phasen vorhanden, aber nicht mehr bei der Kurzschlussabschaltung zwischen einer Phase und Erde, wo die Erde als Rückleiter dient. Ueberspannungsgefahr besteht darnach vorwiegend bei der Abschaltung von Kurzschlüssen zwischen zwei Phasenleitern von Höchstspannungsnetzen, weniger bei Kurzschlüssen zwischen einer Phase und Erde, was die Versuche durchweg bestätigen. Die kleinere Steilheit von Wanderwellen zwischen einer Phase und Erde ist vermutlich in vorliegendem Falle durch die stark gekrümmte geographische Leitungsführung in verstärktem Masse bedingt. In dieser Richtung ergänzende Oszillogramme werden vielleicht noch folgen. Die praktische Erkenntnis aus den Versuchen ist für den Oelschalterbau die Wichtigkeit der raschen Entionisierung des Lichtbogens von Höchstspannungsschaltern, für den Betrieb von Anlagen die aufgedeckte Gefährdung des Abschaltvorganges durch steile Wellen an unverzweigten Leitungen, bei Maschinenleistungen, die in die Grössenordnung der angegebenen Werte fallen.

7. Zusammenfassung und Folgerungen für die Prüfung von Oelschaltern.

1. Bei der Kurzschlussabschaltung am Ende einer unverzweigten Uebertragungsleitung für 132 kV zeigten sich bei Abschaltung einpoliger Kurzschlüsse bis knapp zweifache Ueberspannungen und bei Abschaltung zweipoliger Kurzschlüsse solche bis zum etwa vierfachen Betrage der normalen Spannung, die mehrmals zum Ueberschlag von Anlageteilen führten. Im letzteren, einzig gefährlichen Fall wurde folgendes festgestellt:
2. Die Erscheinung liess sich mit Hilfe des Kathodenstrahl-Oszillographen aufklären als eine Rückzündungserscheinung im Schalter, die bedingt ist durch die Steilheit der auftretenden Wanderwellen, die konstatierte Trägheit des Lichtbogens („Löschverzögerung“) und eine der Netzspannung und -Länge in angegebener Weise zugeordnete Maschinenleistung.
3. Die Oszillogramme erlauben die ungefähre Messung der Entionisierungsgeschwindigkeit des Lichtbogens und dessen Zünd- und Löschverzögerung unter praktischen Bedingungen. Die Entionisierungsgeschwindigkeit des Lichtbogens erweist sich als zu klein, um das Löschen in der Front der steilen Wanderwellen, wie sie auf Höchstspannungsleitungen vorkommen, noch momentan zu ermöglichen.
4. Entsprechend der grössern Wellensteilheit hat sich die starke Ueberspannungserscheinung nur gezeigt bei Kurzschlüssen zwischen zwei Phasen, nicht aber bei solchen zwischen einer Phase und Erde, wo die Wellenrückleitung über Erde erfolgte.
5. Ebenso zeigte sich die regelmässig auftretende Rückzündungserscheinung nur an der unverzweigten Leitung; sobald andere Netzteile gekuppelt wurden, verschwand sie.
6. Die Ueberspannungsgefahr verschwand ebenfalls, wenn die Kurzschlusstelle nicht mehr nahe hinter dem Versuchsschalter, sondern 95 km weit davon entfernt war.
7. Die Erscheinung war innerhalb der Versuchsgrenzen, d. h. mit einem Löschkammerschalter mit Zweifach-Unterbrechung und einem Schalter ohne Löschkammer mit Sechsfach-Unterbrechung dieselbe. Ein Einfluss des Vorkontaktwiderstandes war, wie zu erwarten, nicht vorhanden.

   Derselbe Löschkammerschalter hat sich bei Versuchen mit Abschaltleistungen bis annähernd 300 000 kVA gut bewährt.
8. Die unter Voraussetzung sehr kleiner Lichtbogenträgheit durchgeführte Rechnung zeigt, dass die gefährliche Erscheinung nur bei einer ziemlich genau bestimmten, relativ kleinen Maschinenleistung auftreten würde. In Wirklichkeit zeigte sich die Erscheinung auch bei Maschinenleistungen, die um das mehrfache vom gerechneten Werte abwichen; die Lichtbogenträgheit erhöht also die Gefahr.
9. Abhilfe ist auf verschiedene Art möglich: Durch Vermaschung des Netzes, durch Verflachung der Wellenfront von Leitungswanderwellen, z. B. durch im Leitungszug liegende Drosselspulen, oder durch raschere Entionisierung des Lichtbogens auf künstliche Art.

10. Die bei plötzlichem Erdschluss einer Phase auftretende Influenzwanderwelle und die dadurch bedingte Spannungserhöhung der gesunden Phase hat eine Höhe von 27 % der Zündspannung zur Folge.
11. Bei den Ueberschlägen infolge der Versuche waren die speisenden Transformatoren und Spannungswandler Sprungwellen von wesentlich grösserer Höhe ausgesetzt als sie bei der Sprungwellenprüfung verwendet werden. Ein Windungsschluss oder sonstiger Defekt einer Transformatorwicklung trat nicht auf.
12. In Drehstromnetzen ist dieselbe Ueberspannungserscheinung auch zu erwarten, und zwar noch ausgesprochener bei relativ kleinem Maschineneinsatz. Ueber die zahlenmässige Höhe der entstehenden Ueberspannungen können nur Versuche Aufschluss geben.

Für die *Prüfung von Oelschaltern* ergeben sich aus den Versuchen nachstehende Folgerungen:

Erstens haben die Versuche gezeigt, dass die Beanspruchung eines Schalters bei der Abschaltung von Kurzschlüssen in einer elektrischen Anlage schlimmer war als jene, die bei der Prüfung desselben mittels eines Prüffeldgenerators auftreten würde. In Netzen können zusätzliche Erscheinungen auftreten, die nicht einmal qualitativ, noch weniger quantitativ vorauszusehen sind.

Zweitens hat sich gezeigt, dass die Abschaltung relativ kleiner Kurzschlussleistungen, nämlich ca. 20000 kVA nach S.E.V.-Richtlinien gerechneter Abschaltleistung pro Pol, demselben Schalter mehr Schwierigkeit machte als die Abschaltung schwerer Kurzschlüsse von annähernd 300000 kV pro Schaltergruppe[7]). Es geht daraus hervor, dass die Angabe der kVA-Abschaltzahl noch nicht durchaus entscheidend ist für das Verhalten des Schalters in einem bestimmten Netz[8]).

Drittens zeigt der gemessene Verlauf der beanspruchenden Schalterspannung, wie schlecht unter Umständen die Annäherung ist, die wiederkehrende Spannung eines Schalterpoles in einem Mehrphasennetz aus dem stationären Vektordiagramm zu berechnen. Diese Aufteilung der Spannung ist wohl berechtigt für die Abschaltung eines Kurzschlusses in der Nähe eines Generators ohne angehängte Leitung; in Hochspannungsanlagen mit Leitungen sind die Verhältnisse komplizierter.

Für die Prüfung von Schaltern bezüglich ihres Verhaltens in elektrischen Anlagen scheint uns nur *ein* Versuch das entscheidende Urteil zu geben: Das ist der Netzkurzschlussversuch. Der heute von den Schalterfabrikanten eingeführte Prüffeldversuch mit Turbogenerator als Stromquelle hat den grossen Vorteil einfacher Prüfverhältnisse, unter denen sich verschiedene Konstruktionen vergleichen lassen; er ist auch allein berufen, die zur Entwicklung von Hochleistungsschaltern erforderliche grosse Anzahl von Entwicklungsversuchen durchzuführen[9]). Er kann aber den Netzkurzschlussversuch nicht voll ersetzen.

Es wird daher immer wieder Fälle geben, wo eine Betriebsleitung zur Prüfung eines Schalters in ihrem Netz gezwungen ist. Eine möglichst gründliche Ausmessung und Auswertung solcher Versuche ist mit Hinsicht auf die Wichtigkeit derselben sehr angezeigt. Bei solchen Messungen wird der Kathodenstrahl-Oszillograph gute Dienste leisten. Mit seiner Hilfe scheint es möglich, Schalter- und Netzeigenschaften zu trennen, den kritischen Vorgang genau zu erkennen und, wenn nötig, bei anormalen, im Netz begründeten Schwierigkeiten die Wege zur Abhilfe anzugeben.

Schalterprüfung mit Prüfmaschinengruppe für die konstruktive Entwicklung der Schalter und Netzversuch zur Feststellung von Betriebstüchtigkeit und Eignung für bestimmte Netze in kritischen Fällen scheint uns der technisch richtige Weg zur Schalterprüfung zu sein.

[7]) Ueber diese Erscheinung liegen bereits zahlreiche Beobachtungen vor, z. B. J. Biermanns AEG-Mitt. März 1929.

[8]) J. Fallou, Bull. Soc. Franç., 1927, p. 280.
A. Roth, Bull. Soc. Franç., 1927, p. 286.

[9]) Heusser, Bull. S.E.V. 1929, No. 5.

Massnahmen zur Förderung der Nachtstromverwendung in der Stadt Basel.[1])

Von Ingenieur *E. Stiefel,* Direktor des Elektrizitätswerkes Basel.

621.311 (005)

Es ist bekannt, dass im Netz des Elektrizitätswerkes Basel der Verbrauch an elektrischer Energie stark entwickelt ist und dass gleichzeitig die Belastungskurven in hohem Masse ausgeglichen sind. Wir nehmen an, dass viele Leser die folgenden, von Herrn Direktor Stiefel uns in verdankenswerter Weise zur Verfügung gestellten diesbezüglichen Ausführungen mit Interesse lesen werden. Er berichtet über die Entwicklung des Energieabsatzes in Basel und insbesondere des Nachtenergieabsatzes und weist auf die Massnahmen und Mittel hin, welche zu dieser Entwicklung geführt haben. Er zeigt, dass die sehr ausgeglichene Strombelastung des E. W. Basel in erster Linie dem weitgehenden Anschluss von Heisswasserspeichern zuzuschreiben ist.

On sait qu'à Bâle la consommation d'énergie électrique est très développée et que la courbe de charge du service de l'électricité présente en même temps une allure remarquablement régulière. Nous ne doutons pas que les lecteurs du Bulletin liront avec intérêt les communications suivantes sur ce sujet, que M. le directeur Stiefel a bien voulu mettre à notre disposition. L'auteur y rend compte en particulier de l'essor qu'ont pris à Bâle les applications du courant de nuit, en indiquant les mesures qui ont abouti à ce résultat. Il montre que c'est l'usage généralisé des bouilleurs ou chauffe-eau à accumulation qui a le plus contribué à l'emploi rationnel de l'énergie disponible.

Das Interesse, welches von vielen Seiten der Entwicklung des Nachtstromabsatzes beim Elektrizitätswerk Basel entgegengebracht wird, gibt Anlass zu nachstehenden Mitteilungen.

Die Benutzungsdauer der Jahresspitze betrug im Jahre 1908 2300 Stunden, im Jahre 1928 dagegen 5180 Stunden jährlich; der jährliche Energieverbrauch für Haushalt und Gewerbe belief sich im Jahre 1908 auf 27, im Jahre 1928 auf 175 kWh pro Kopf der Bevölkerung, der Gesamtverbrauch an Energie im Jahre 1908 auf 48, im Jahr 1928 auf 700 kWh pro Kopf. Die Einwohnerzahl ist in diesen 20 Jahren von 130 000 auf 152 600 gestiegen, der gesamte Energiebedarf 7,8 Mill. kWh auf 130 Mill. kWh, die Jahresspitze von 3380 kW auf 25 000 kW, Bedarf und Spitze gemessen in den eigenen Erzeugungsanlagen und für Fremdstrom an der Stadtgrenze.

Der Elektrizitätskonsum ist heute verhältnismässig hoch, und vor allem ist die Benutzungsdauer der Jahresspitze eine für heutige Verhältnisse ausserordentlich günstige. Es soll deshalb nachstehend über die Ursachen dieser erfreulichen Entwicklung berichtet werden.

Charakteristisch für die baslerische Energiewirtschaft ist die weitgehende Verwertung von Spätnachtenergie, hauptsächlich für Heisswasserbereitung in den Haushaltungen. Mitte des Jahres 1929 waren rund 8500 elektrische Heisswasserspeicher an das städtische Werk angeschlossen mit einem Gesamtspeicherinhalt von rund 1 160 000 Liter. Der Bevölkerung der Stadt Basel steht also täglich pro Kopf $7\frac{1}{2}$ Liter mit Spätnachtstrom auf rund 90° erhitztes Heisswasser zur Verfügung; der tatsächliche Konsum an elektrisch erhitztem Wasser beträgt jedoch nur etwa 4 Liter pro Kopf, weil in den meisten Haushaltungen der Speicherinhalt den durchschnittlichen Tageskonsum überschreitet.

Ende des Jahres 1912 hatte Basel ein eigenes Flusskraftwerk ohne Speichervermögen, das Rheinkraftwerk Augst, in Betrieb gesetzt. Während für die dort anfallende Tagesenergie in genügend kurzer Zeit volle Verwendbarkeit vorauszusehen war, erschien die Absatzmöglichkeit für Spätnachtenergie als sehr ungenügend. Diese Absatzmöglichkeit zu heben war das Ziel der verantwortlichen Organe.

Der Ausbruch des Weltkrieges auferlegte auch der neutralen Schweiz grosse Lasten und Opfer, wenn auch fast ausschliesslich wirtschaftlicher Natur. Gleich zu Beginn des Krieges stockte das Geschäftsleben, teils zufolge vollständiger Mobilisation der wehrpflichtigen Bevölkerung bis in das landsturmpflichtige Alter hinauf,

[1]) Aus einem Referat, gehalten am 8. September 1929 in Basel vor holländischen Werkdirektoren.

teils wegen der Unsicherheit der politischen und wirtschaftlichen Lage. Auch der Stromabsatz des Elektrizitätswerkes ging mit Kriegsausbruch erheblich zurück und überschritt erst im Jahre 1916 denjenigen des letzten Vorkriegsjahres 1913. Die Lebensmittel und vor allem die Rohstoffe wurden allmählich knapper, und im Jahre 1917 wurde auch der Betrieb des Elektrizitätswerkes in hohem Grade beeinflusst durch den sich verschärfenden Kohlenmangel und durch die Verfügungen der eidgenössischen und kantonalen Behörden behufs Einschränkung des Kohlenverbrauches. Der Geschäftsbericht des Elektrizitätswerkes Basel für das Jahr 1917 berichtet hierüber folgendes: „Verminderte Zuteilung von Kohle und hohe Kohlenpreise veranlassten Industrie und Gewerbe, sich zum Maschinenantrieb nahezu ausschliesslich der Elektrizität zu bedienen und die Einstellung der Leuchtgasabgabe für private Aussenbeleuchtung und für Wirtschaftsbeleuchtung führten zur Einrichtung einer grossen Zahl elektrischer Lichtanlagen. Die Rationierung des Kochgases und der Hausbrandkohle hob das Interesse für das elektrische Heizen und Kochen. ... Anderseits bewirkte die Beschränkung der Arbeitszeit für Bureaux und Schulen auf die Zeit der Tageshelle und der frühere Laden- und Wirtschaftsschluss ein Zurückgehen der Lichtstromabgabe bei den alten Abonnenten."

Die Einwirkung des zur Milderung des Brennstoffmangels behördlich verfügten früheren Geschäftsschlusses durch Arbeitszeitverschiebung verursachte beim Elektrizitätswerk eine Senkung der Lichtspitze und damit eine wesentliche Erhöhung der Benutzungsdauer der Jahresspitze, wie dies in nachfolgendem Diagramm über die Entwicklung dieser Benutzungsdauer sehr deutlich in Erscheinung tritt (Fig. 1). Der rasche vollständige Uebergang der Bevölkerung auf elektrische Beleuchtung hatte anderseits eine entgegengesetzte Wirkung, welche aber erst im Jahre 1919 sich auswirken konnte. Die Benutzungsdauer betrug im Jahre 1916 3800 Stunden, im Jahre 1918 zufolge behördlicher Beeinflussung 5320 Stunden und im Jahre 1919 noch 4450 Stunden.

Die behördlichen Massnahmen vermochten den durch die Kriegsverhältnisse verursachten Mangel an Brennstoffen jeder Art wohl etwas zu mildern, aber die Bevölkerung litt trotzdem auch unter dieser Not. Aus unsern Wasserkräften, diesem reichen Naturschatze des Schweizerlandes, erwartete jedermann die erforderliche Hilfe. Wie in andern Schweizer Städten ermöglichte auch in Basel das Elektrizitätswerk einen beschränkten Bezug elektrischer Energie für Kochzwecke zur Milderung der Folgen der Kochgasrationierung. Eine unbeschränkte Abgabe von Kochstrom, d. h. den Anschluss ganzer Herde mit mehreren Kochplatten und Backofen konnte auch es nicht zulassen, vor allem weil für einen solchen Belastungszuwachs tagsüber nicht genügend Leistung disponibel oder irgendwo beziehbar war.

Das Elektrizitätswerk Basel war aber in anderer Weise in der besonders glücklichen Lage, seinen Abonnenten während der Brennstoffnot beizustehen, indem es auf die Verwendbarkeit der in den Spätnachtstunden in grosser Menge verfügbaren Energie für die Bereitung von Heisswasser und auf die vorzügliche Eignung der sogenannten „Boiler" zur Speicherung solchen für Verwendung tagsüber bestimmten Heisswassers aufmerksam machte. Der Umstand, dass in den Spätnachtstunden das Verteilnetz nur wenig belastet war, erlaubte es den Behörden, für solchen auf die Spätnacht beschränkten Konsum einen sehr niedrigen Strompreis festzusetzen. Schon in den letzten Vorkriegsjahren hatte das Elektrizitätswerk Basel dieser Verwendbarkeit der elektrischen Energie Aufmerksamkeit geschenkt, durch versuchsweise Aufstellung von Heisswasserspeichern Erfahrungen gesammelt und an der konstruktiven Entwicklung derselben selbst Anteil genommen. So konnte es durch Zulassung und Empfehlung dieser Apparate der Bevölkerung dienen und sich im günstigsten Moment eine sehr schätzbare neue Verwendungsmöglichkeit für Spätnacht-Energieüberschüsse sichern.

Die Entwicklung der elektrischen Heisswasserbereitung durch Spätnachtenergie ist in Fig. 2 dargestellt, und zwar in Liter Speicherinhalt. Aus dieser Kurve ist ersichtlich, dass bis zum Jahre 1915 diese Verwertungsmöglichkeit nicht über Ver-

suche hinaus gediehen war. Es ist dies begreiflich, weil beim damaligen Strompreis von 5 Rp./kWh und einem Gaspreis von 15 Rp./m³ sich die noch ungenügend durchgebildeten Speicherkonstruktionen nicht durchzusetzen vermochten. Selbst eine im Jahre 1915 eingeführte Herabsetzung des Spätnachtstrompreises auf 3 Rp./kWh hatte nur bescheidenen Erfolg, doch lag die Ursache nun nicht mehr in der man-

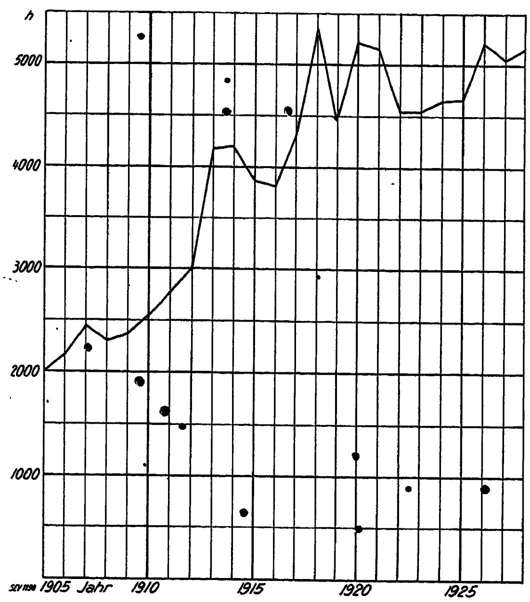


Fig. 1.
Entwicklung der Benützungsdauer der Jahresspitze.

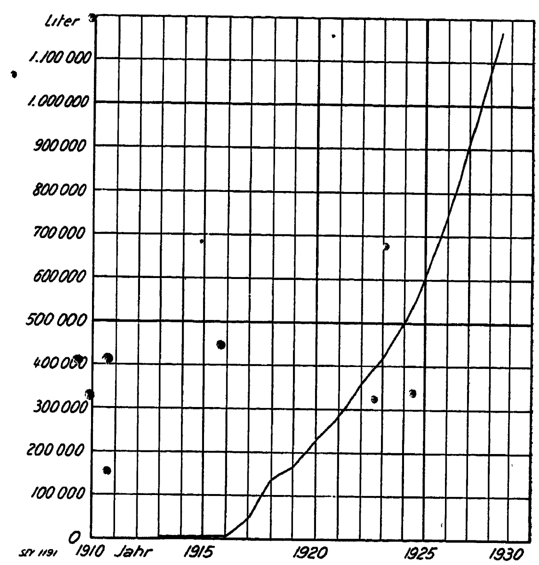


Fig. 2.
Entwicklung des Gesamtinhaltes der Heisswasserspeicher.

gelnden Konkurrenzfähigkeit der elektrischen Heisswasserbereitung, sondern in der durch den Kriegsausbruch eingetretenen wirtschaftlichen Depression. Mit dem Jahre 1917 setzte zufolge des Brennstoffmangels eine fast stürmische Nachfrage ein. Das folgende Jahr 1918 mit der grössten Brennstoffnot bildete hinsichtlich neu installiertem Speicherinhalt einen Rekord, der erst 7 Jahre später überboten wurde. Seit 1919 weist die Entwicklungskurve des insgesamt angeschlossenen Speicherinhaltes eine Progression von erstaunlicher Konstanz auf, welche bis heute allen äussern Einwirkungen, wie Aenderung der Wirtschaftskonjunktur und selbst beträchtlichen Strompreisänderungen, standhielt.

Ein besonders günstiges Moment, welches das Tempo der Einführung der Heisswasserspeicher wesentlich gefördert hat, bedarf noch spezieller Erwähnung. Es besteht nämlich in Basel eine Spezialfabrik, Sauter A.-G., welche schon früher elektrische Schaltuhren herstellte und frühzeitig die Fabrikation von elektrischen Heisswasserspeichern aufnahm. Ihrer eifrigen Werbetätigkeit, der Qualität ihrer Speicher und Zubehörden, der raschen Behebung allfälliger Mängel ist ein nennenswerter Teil des Erfolges zu verdanken. Seit einigen Jahren befasst sich eine zweite Firma in Basel, Stocker & Cie., ebenfalls erfolgreich mit der Fabrikation von Heisswasserspeichern.

Im Jahre 1920 wurde im Zusammenhang mit einer allgemeinen Strompreiserhöhung, verursacht durch die der Teuerung entsprechend höher gewordenen Gestehungskosten der elektrischen Energie, auch der Strompreis für Spätnachtenergie von 3 auf 4 Rp. erhöht.

Das Jahr 1921 brachte neue Verhältnisse, denen das Elektrizitätswerk Rechnung tragen musste. Bis dahin legte das Werk grossen Wert darauf, bei Energieknappheit die Stromabgabe für Heisswasserspeicher einschränken oder ganz ein-

stellen zu können. Um solche Abschaltungen nötigenfalls mit grösster Beschleunigung durchführen zu können, wurde darnach getrachtet, eher eine kleinere Zahl von Speichern grösseren Inhaltes, als umgekehrt, anzuschliessen. Starke Anschlussvermehrung und abnormale Trockenheit brachten das Werk oft nahe an die Notwendigkeit, von der mit den Spätnachtabonnenten vertraglich vereinbarten Einschränkungsklausel Gebrauch machen zu müssen. Durch Abschluss eines neuen Vertrages für Bezug von Aushilfsenergie von dritter Seite erhielt das Elektrizitätswerk Basel weitere überschüssige Spätnachtenergie. Weil die grossen Speicheranlagen naturgemäss vorwiegend in den Quartieren der bessersituierten Bevölkerung entstanden, suchte das Werk durch Zulassung kleinerer Heisswasserspeicher mit Stromabgabe zu Pauschalpreisen den Energieabsatz in der Spätnacht auch bei den weniger gut situierten Bevölkerungsschichten zu fördern. Der Pauschalpreis für täglich volle Aufheizung während 8 Stunden wurde für einen 30 Liter-Speicher mit jährlich Fr. 36.— und für einen 50 Liter-Speicher mit Fr. 60.— angesetzt (Heizleistung 360, bzw. 600 Watt); der Abonnent hatte ferner eine jährliche Mietgebühr von Fr. 12.— für Verzinsung, Unterhalt und Bedienung des automatischen Sperrschalters zu entrichten. Diese Abonnementsansätze für pauschal angeschlossene 30 und 50 Liter-Heisswasserspeicher sind auch heute noch in Kraft. Das Werk erzielt aus diesen Spätnachtabonnenten eine Einnahme von Fr. 100.— pro kW und Jahr. Um den hinter den gehegten Erwartungen zurückbleibenden Erfolg dieses Pauschaltarifes zu heben, und um gleichzeitig dem unter der allgemein herrschenden schweren Wirtschaftskrises leidenden Installationsgewerbe vermehrte Arbeitsgelegenheit zu verschaffen, wurde Ende 1921 der Bevölkerung die Einrichtung kleiner Heisswasserspeicher auf Abzahlung angeboten. Der Abzahlungsmodus wurde dem für Installation für Wohnungsbeleuchtung bereits geltenden Modus entsprechend gewählt. Einschliesslich Montage, elektrischen Anschlussleitungen und einer angemessenen Verzinsung des vorgeschlagenen Kapitals kostete damals ein 30 Liter-Speicher Fr. 288.—, ein 50 Liter-Speicher Fr. 360.—. Diese Beträge mussten dem Werk innerhalb 6 Jahren zurückbezahlt werden, wodurch sich vierteljährliche Ratenzahlungen von Fr. 12.— für den 30 Liter-Speicher und Fr. 15.— für den 50 Liter-Speicher ergaben. Auch diese Bestimmungen sind heute noch in Kraft und es erfreuen sich seit deren Einführung die kleinen, vorwiegend in den Haushaltküchen direkt über dem Geschirr-Abwaschtrog montierten Heisswasserspeicher mit offenem Auslauf grosser Beliebtheit. Es geht dies aus der ersten Abbildung in Fig. 3 hervor, welche die Entwicklung des jeweils auf Jahresende insgesamt angeschlossenen Speicherinhaltes darstellt, und zwar für jede Speichergrösse getrennt.

Das Vorhandensein unbenützter Leistung am Samstagnachmittag und über Sonntag veranlasste das Elektrizitätswerk Basel im Jahre 1924 zur Einführung eines besonders niedrigen Strompreises von 2 Rp. die kWh für während dieser Zeit für Heisswasserbereitung benötigte Energie. Die den Abonnenten angebotene Möglichkeit, Heisswasserspeicher mit zwei Heizleistungen zu versehen, wovon während der Woche die kleinere, von Samstagmittag bis Montag früh die grössere, bis dreifache Heizleistung eingeschaltet wird, hatte sozusagen keinen Erfolg. Dagegen machte etwa ein Fünftel der Abonnenten Gebrauch von der Möglichkeit einer unbeschränkten Aufheizung der Heisswasserspeicher in der Zeit zwischen Samstagmittag und Montag früh. Die so verlängerte Aufheizdauer ermöglicht die Aufstellung verhältnismässig kleiner Heisswasserspeicher. Die einmalige tägliche Aufheizung genügt für die normalen Wochentage, während durch mehrmalige Aufheizung am Samstag und Sonntag zu besonders niedrigem Strompreis eine ausreichende billige Badegelegenheit geboten wird.

Die Beschränkung der Aufheizzeit der Heisswasserspeicher auf die Spätnacht geschieht mittels Sperruhren mit elektrischem oder Handaufzug, welche bei den 30 und 50-Liter-Speichern den Stromkreis direkt unterbrechen, bei grössern Speichern dagegen nur indirekt durch Steuerung des Hauptschalters, durch welchen gleichzeitig die Temperaturbegrenzung erfolgt. Für Heisswasserspeicher mit über Sonntag ver-

längerter Aufheizzeit werden Sperruhren mit besonderer Wochenscheibe verwendet. Von dem durch den Zähler gemessenen Gesamtkonsum werden je so viel kWh zum normalen Strompreis von 5 Rp. im Winter, 3 Rp. im Sommer berechnet, als der vollen Ausnützung der in den fünf Werktagnächten zur Verfügung stehenden Energie entsprechen, der verbleibende Rest dagegen zu 2 Rp.

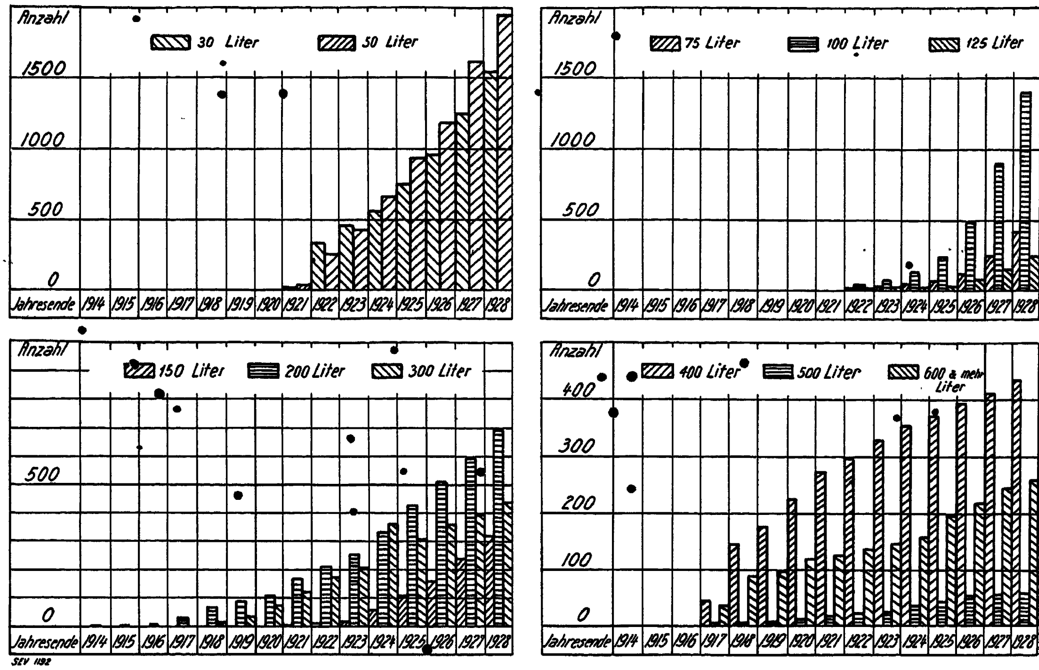


Fig. 3.
Zahl der angeschlossenen Heisswasserspeicher 1914 bis 1928.

Das laufende Jahr 1929 brachte für die elektrische Heisswasserbereitung in Basel insofern eine kleine Aenderung, als der bisher bei Zählertarif über das ganze Jahr gleichbleibende Strompreis von 4 Rp. für Sommer und Winter differenziert wurde; heute beträgt der Kilowattstundenpreis für Spätnachtenergie für Heisswasserbereitung und Speicheröfen im Winter 5 Rp., im Sommer 3 Rp. Diese Differenzierung des Strompreises erfolgte zwecks Förderung der Abgabe von Sommerenergie.

Auch der Anschluss von Speicheröfen mit Nachtstromaufheizung ist vom Elektrizitätswerk Basel in den letzten Vorkriegsjahren praktisch erprobt und während der Brennstoffknappheit der Einwohnerschaft kurzzeitig empfohlen worden. Mit der raschen Entwicklung der ganzjährigen Energieabgabe für Heisswasserbereitung erlosch jedoch das Interesse des Werkes an einer bloss saisonmässigen Absatzmöglichkeit für Spätnachtkraft, bei welcher zudem der grösste Bedarf in Zeiten geringster Wasserführung des Rheines eintritt. Durch Zurückhaltung in der Bewilligung neuer Anschlussbegehren ist Zahl und Anschlusswert der installierten Speicheröfen seit 1920 nur wenig und seit fünf Jahren überhaupt nicht mehr gewachsen; es waren Ende 1928 716 Speicheröfen mit rund 2400 kW Anschlusswert und einer durchschnittlichen jährlichen Benutzungsdauer von etwa 900 Stunden installiert. Seit Mitte dieses Jahres wird für den Anschluss neuer Speicheröfen für Spätnachtaufheizung (Winterpreis 5 Rp./kWh) eine einmalige Gebühr von Fr. 100.— pro kW Anschlusswert verlangt. Diese Anschlussgebühr ermöglichte es dem Werk, den bei richtiger Bewertung höher zu bemessenden Winterpreis für Speicheröfen gleich hoch

anzusetzen, wie den Winterpreis für Heisswasserbereitung, so dass die Messung und Verrechnung der betreffenden Konsumbeträge desselben Bezügers gemeinsam vorgenommen werden kann.

Eine weitere Kategorie von Spätnachtenergiebezügern bedarf noch kurz der Erwähnung, nämlich die elektrischen Backöfen. Leider sind hier nicht alle Hoffnungen in Erfüllung gegangen. Seit Rückkehr normaler Verhältnisse auf dem Brennstoffmarkt hat die anfänglich erfreuliche Entwicklung sehr abgeflaut. Trotz sehr niedriger Strompreise — 4 Rp. im Winter, 3 Rp. im Sommer für rein elektrische Backöfen, 3 bzw. 2 Rp. für Backöfen mit der Möglichkeit zeitweiser Verwendung anderer Feuerungsarten — sind Neuinstallationen recht selten. Aus der ersten Entwicklungsperiode stammende Oefen werden bei eintretender Baufälligkeit häufig nicht durch moderne elektrisch beheizte Backöfen, sondern durch Dampfbacköfen ersetzt. Wenn doch auch in letzter Zeit ab und zu ein Neuanschluss erfolgte, so lagen äussere zwingende Umstände vor, wie Gewerbebeschränkung im betreffenden Quartier. Der Preis für Union-Briketts beträgt heute in Basel bei Bezügen von 3000 bis 10000 kg ca. Fr. 5.20 pro 100 kg. Auf Jahresende 1928 waren 34 elektrische Backöfen mit rund 1100 kW Leistung angeschlossen.

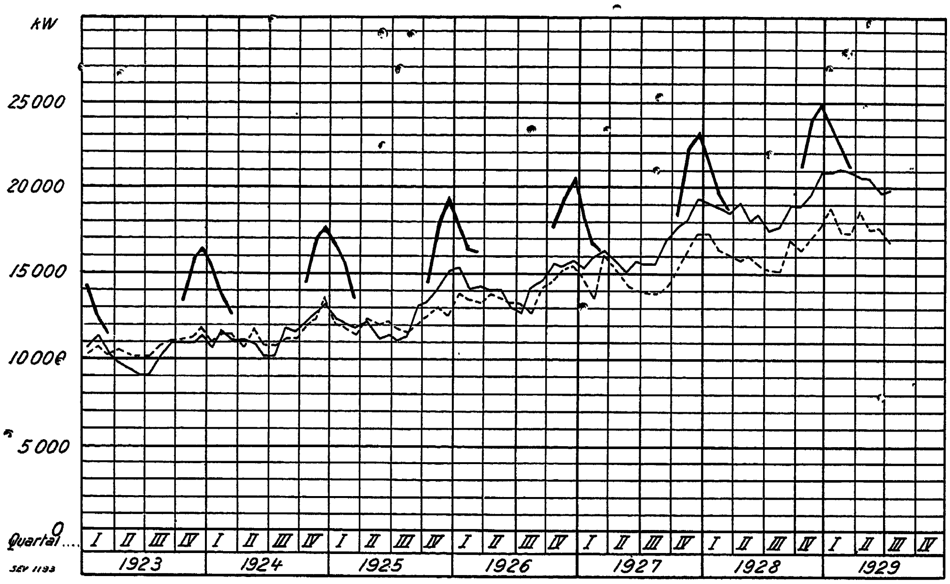


Fig. 4.
Entwicklung der Tages-, Nacht- und Spitzenbelastung in den Jahren 1923 bis 1929.
Dicke Linie: 5 minutliches Monatsmaximum der Lichtspitze.
Dünne Linie: 5 minutliches Monatsmaximum der Nachtbelastung in der Zeit von 21 h bis 7 h.
Punktierte Linie: 5 minutliches Monatsmaximum der Tagbelastung um 10 h.

Die starke Entwicklung der Nachtstromverwendung beim Elektrizitätswerk Basel ist demnach fast ausschliesslich den Heisswasserspeichern zu verdanken. Im Jahre 1928 betrug der Anschlusswert der im Betrieb befindlichen Heisswasserspeicher, bezogen auf achtstündige Aufheizzeit, im Mittel etwa 11800 kW. Zu deren Aufheizung wurden 21,8 Millionen kWh abgegeben, was einer Ausnützung von 60—65 Prozent der zur Verfügung gestellten Bezugsmöglichkeit entspricht. Das Elektrizitätswerk nahm aus dieser Energieabgabe rund Fr. 835000.— ein oder Fr. 70.— pro kW Anschlusswert und Jahr, ohne dass hiefür nennenswerte Ausgaben für Energiebeschaffung oder für den Ausbau der Verteilnetze nötig geworden wären. Der gesamte Erlös aus Spätnacht-Energieabgabe für Heisswasserbereitung, Speicheröfen für Raumheizung und Backöfen zusammen ergab rund Fr. 980000.—.

Angesichts dieser Entwicklung ist es durchaus angezeigt, auch die Möglichkeit eines zu starken Anwachsens der Spätnachtbelastung und dessen allfällige Folgen zu überlegen. Fig. 4 zeigt die Entwicklung der Werkbelastung zu verschiedenen Tageszeiten seit dem Jahre 1923. Im Jahre 1924 wurde die je um 10 Uhr festgestellte Tagbelastung durch die um 2 Uhr vorhandene Nachtbelastung überholt und heute beträgt letztere etwa 115 Prozent der erstern. Aus den Fig. 4 und 5 ist aber auch deutlich zu ersehen, dass trotz der raschen Entwicklung des Spätnachtkonsums die Lichtspitze, welche für die Bemessung der bereitzustellenden Leistung und der Verteilnetze massgebend ist, noch wesentlich höher liegt als die Spätnachtbelastung. Dieser Belastungsunterschied betrug im Jahre 1923 etwa 5000 kW, im Winter 1928/29 etwa 4000 kW. Der Umstand, dass die elektrische Heisswasserbereitung sich nun auch zunehmend in den minderbemittelten Bevölkerungsschichten einbürgert, bietet Gewähr für eine genügend gleichmässige Heranziehung der Verteilnetze für die Uebertragung der hiefür erforderlichen Leistung. In letzterer Hinsicht mag noch erwähnt werden, dass von den in den Jahren 1917 und 1918 neu eingerichteten Heisswasserspeichern mehr als drei Viertel einen Inhalt von 400 Liter und mehr aufwiesen, im Jahre 1928 nur rund 3 Prozent; dagegen waren im Jahre 1928 etwa die Hälfte aller Neuanschlüsse Speicher von 30, 50 und 75 Liter Inhalt.

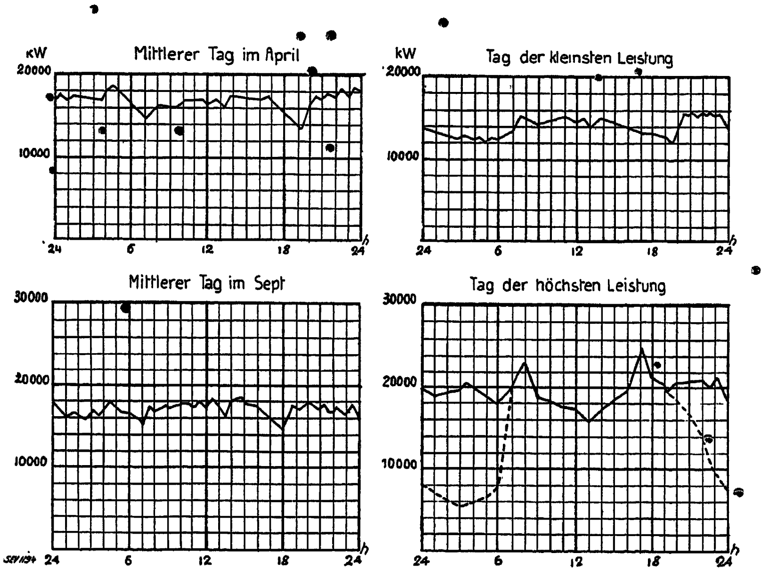


Fig. 5.
Tagesleistungskurven 1928.
Die punktierte Linie zeigt die Belastungskurve ohne Energieabgabe für Heisswasserzubereitung, Speicheröfen und Backöfen.

Bemerkenswert ist vielleicht noch, dass das Elektrizitätswerk Basel von seinem Recht, die Heizleistung der Heisswasserspeicher von Fall zu Fall festzusetzen, in dem Sinne Gebrauch gemacht hat, dass nur ein Teil dieser Apparate für ganznächtige, der Rest aber für halbnächtige Aufheizung eingerichtet wurde. Dies ermöglicht es dem Werk, die Belastungskurve während der Spätnacht so gleichmässig zu gestalten, als dies nötig erscheint. Die Frühjahrs-, Sommer- und Herbst-Diagramme haben deshalb einen fast idealen Verlauf. Aus Fig. 5 ist schliesslich noch im Winter-Belastungsdiagramm auch der ungefähre Anteil der Heisswasserbereitung, Speicheröfen und Backöfen, an der Gesamtbelastung ersichtlich.

Dank der grossen Anpassungfähigkeit der Heisswasserspeicher hinsichtlich der Wahl der Aufheizzeit können die Elektrizitätswerke aus künftigem Mehrabsatz von Energie für Beleuchtung, Kochen und Heisswasserbereitung in Speichern eine ziemlich konstante Dauerbelastung erreichen. Eine solche weitgehende Verwendung der Elektrizität im Haushalt ermöglicht es dem Werk, die Strompreise für Wärmezwecke auf konkurrenzfähiger Höhe anzusetzen und dabei einen angemessenen Nutzen zu erzielen.

Es sei schliesslich noch beigefügt, dass das Elektrizitätswerk Basel zur Aufrechterhaltung seiner heutigen, günstigen Belastungsverhältnisse für eine fernere

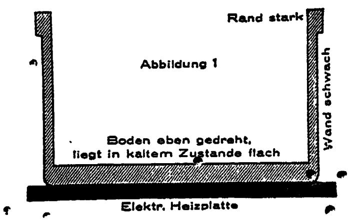
Zukunft und auch zwecks möglichst wirtschaftlicher Verwertung ihm zufallender neuer Energiedisponibilitäten kürzlich einen neuen Wärmestromtarif für gewerbliche Zwecke und für elektrisches Kochen, mit einem Strompreis von 8 Rp./kWh im Winterhalbjahr und 6 Rp. im Sommerhalbjahr eingeführt hat.

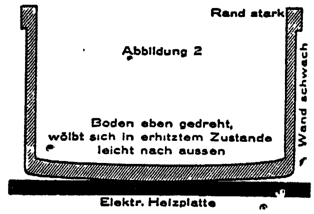
Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

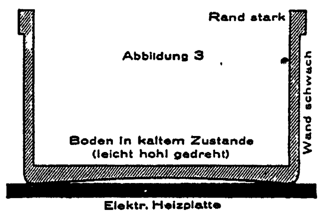
Kochgeschirre aus Silitstahl für elektrische Herde.

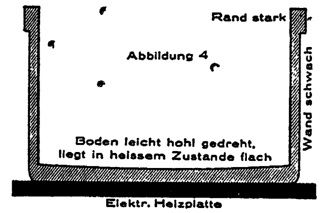
643.36

Eine wesentliche Rolle für das richtige Funktionieren elektrischer Kochherde spielen zweckmässige Kochgeschirre. Neuerdings sind solche aus Silitstahl auf den Markt gekommen, welche uns hohen Anforderungen gewachsen scheinen. Dieses Geschirr wird aus einem Stück durch Pressen hergestellt. Die Fig. 1 bis 4 zeigen es im Schnitt. Der Boden wird leicht hohl gedreht (0,3 bis 0,5 mm), womit erreicht wird, dass er in kochwarmem Zustande auf der Kochplatte plan aufliegt, während ein in kaltem Zustande ebener Boden sich bei Erwärmung nach aussen biegen und nur noch in der Mitte aufliegen würde. Die bemerkenswerteste Eigenschaft dieses Geschirres ist aber seine Unveränderlichkeit im Gebrauch. Die Materialprüfanstalt des S.E.V. hat bei der Prüfung das Geschirr 100mal auf 200° erhitzt und jedesmal mit einem Liter Wasser von ca. 10° C abgeschreckt, ohne ein Verziehen beobachten zu können. Das Geschirr besitzt hohe mechanische Festigkeit und ist mit einem gegen Stoss, Hitze und Speisesäuren unempfindlichem Emaille überzogen. Es können darin alle Speisen gekocht, es kann auch zum Braten verwendet werden. Ing. *A. Härry.*









Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Massnahmen zur Förderung des Verbrauchs elektrischer Energie in Haushaltungen für Kochzwecke.

621.311(005)

Die Kommission des S. E. V. und V. S. E. für Wärmeanwendungen (Wärmekommission) hat kürzlich in einem Zirkular an eine Anzahl Elektrizitätswerke einige Bemerkungen über die Wahl der Mittel zur Förderung des Absatzes von Energie in Haushaltungen für Wärmezwecke gemacht. Wir geben im folgenden dieses Zirkular auszugsweise einem weiteren Kreise bekannt:

Im Laufe des Monates November 1928 hat das wirtschaftliche Sekretariat des V. S. E. bei den Elektrizitätswerken eine Umfrage unternommen, um zu erfahren, wie da und dort vorgegangen worden ist, um die Anwendungen der Elektrizität zur Wärmeerzeugung in den Haushaltungen zu fördern.

Das Resultat der Umfrage ist den Werken, die sich für die Sache interessiert haben, im Detail durch Zirkular bekannt gegeben worden; überdies wurde im Bulletin S. E. V. 1929, No. 2, Seite 59, darüber zusammenfassend berichtet.

Die Umfrage hat ergeben, dass nach sehr verschiedenen Methoden verfahren worden ist, die nicht alle im gleichen Masse empfehlenswert zu sein scheinen. Die Wärmekommission erachtet es als angezeigt, den Werken ihre Auffassung hierüber bekannt zu geben.

Die Massnahmen, die von den Werken getroffen wurden, hatten ausschliesslich den Zweck, neue Abonnenten für den Energieverbrauch im Haushalte zu gewinnen; sie bestehen aus:

a) Zeitweise Abgabe verbilligter oder gar von Gratisenergie.
b) Entgegennahme von Abschlagszahlungen für die Installationskosten.
c) Uebernahme eines Teils der Installationskosten.

d) Abgabe von elektrischen Herden und Heisswasserspeichern zu mehr oder weniger stark reduzierten Preisen.
e) Probeweises Ueberlassen von elektrischen Herden.
f) Abgabe von passendem Kochgeschirr zu reduzierten Preisen oder eventuell gratis.

In Anbetracht der Erfahrungen, die mit dem unter *a)* genannten Verfahren gemacht worden sind, sieht sich die Wärmekommission veranlasst, von dessen Anwendung *abzuraten.* Die Abgabe von stark verbilligter Energie oder von Gratisenergie züchtet beim Abonnenten in der Anfangsperiode Verschwendung, leichtfertiges Haushalten mit der Energie und führt beinahe immer später zu einer Enttäuschung und zu Reklamationen. Derjenige, der mittels elektrischer Energie kocht, darf nicht vergessen, dass die Energie bezahlt werden muss, und es ist am besten, wenn er von Anfang an mit der Energie sparen lernt, d. h. rationell verfährt und nicht schlechte Gewohnheiten annimmt, die später zur Folge haben könnten, dass er das elektrische Kochen nicht als vorteilhaft erachtet.

Das Entgegennehmen von *Abschlagszahlungen* hat nicht denselben Nachteil; es ist in Amerika und Deutschland ziemlich gebräuchlich. Wie indessen die Umfrage ergeben hat, macht die schweizerische Kundschaft davon wenig Gebrauch, was gewiss ein Beweis dafür ist, dass das schweizerische Publikum in der Mehrzahl noch an solide Methoden gewöhnt ist. Man wird dieses Mittel bei Bedarf anwenden, ohne es aber in den Vordergrund der Propaganda zu stellen.

Am besten wirken zur Förderung des Absatzes das *probeweise Ueberlassen von elektrischen Herden,* der *verbilligte Verkauf der Apparate* und die *verbilligten Installationen* überhaupt. In welchem Masse hier die Werke ihre finanzielle Unterstützung den neuen Kunden angedeihen lassen sollen, muss natürlich jedem einzelnen überlassen werden. Es ist aber darauf hinzuweisen, dass die schweizerische Familie durchschnittlich 4,5 Personen zählt, die, wenn sie elektrisch kocht, doch jährlich bei einem Energiepreis von 8 Rappen eine Einnahme von nahezu Fr. 150.— bringt. Einem einmaligen Geldopfer von seiten des Werkes steht also eine sichere, konstante, nicht unbeträchtliche Einnahmequelle gegenüber.

Da, wo man mit dem Gas in Konkurrenz steht, ist der Kunde für lange Jahre verloren, wenn man sich vor einem momentanen Opfer scheut, das in Wirklichkeit doch kein Opfer, sondern eine günstige Kapitalanlage ist.

Ausser den Massnahmen zur Werbung neuer Abonnenten für elektrische Wärmeanwendungen sollten auch Massnahmen vorgenommen werden, um die alten Kochabonnenten nicht missmutig oder gar rückgängig werden zu lassen. Es ist nicht zu leugnen, dass das elektrische Kochen erst durch die Anwendung der Hochwattplatten dem Gas in bezug auf Schnelligkeit ebenbürtig geworden ist. Da, wo sich nur wenig leistungsfähige Platten vorfinden, sollten dieselben daher zum Teil ausgewechselt werden, und zwar, wo möglich, gratis, um zu beweisen, dass es dem

(Fortsetzung siehe Seite 714)

Unverbindliche mittlere Marktpreise je am 15. eines Monats.

Prix moyens (sans garantie) le 15 du mois.

		Okt. *oct.*	Vormonat Mois précédent	Vorjahr Année précédente
Kupfer (Wire bars) *Cuivre (Wire bars)*	Lst./1016 kg	84/15	85/—	71/5
Banka-Zinn . . . *Etain (Banka)* . .	Lst./1016 kg	206/—	218/—	225/—
Zink . . . . . . *Zinc*	Lst./1016 kg	23/7/6	24/10	23/16
Blei . . . . *Plomb*	Lst./1016 kg	23/7/6	23/10	22/2
Formeisen . . . *Fers profilés* . . .	Schw. Fr./t	130.—	130.—	125.—
Stabeisen . . . . *Fers barres* . . .	Schw. Fr./t	138.—	148.—	158.—
Ruhrnuss-kohlen *Charbon de la Ruhr* } II 30/50	Schw. Fr./t	45.80	45.80	46.50
Saarnuss-kohlen *Charbon de la Saar* } I 35/50	Schw. Fr./t	46.50	46.50	43.—
Belg. Anthrazit . . *Anthracite belge* .	Schw. Fr./t	79.80	72.—	70.—
Unionbrikets . . . *Briquettes (Union)* .	Schw. Fr./t	41.75	38.—	38.—
Dieselmotorenöl (bei Bezug in Zisternen) . . . . *Huile pour moteurs Diesel (en wagon-citerne)*	Schw. Fr./t	105.—	104.—	112.50
Benzin *Benzine* } (0,720) .	Schw. Fr./t	285.—	295.—	295.—
Rohgummi . . . . *Caoutchouc brut* .	sh/lb	0/10	0/10 1/4	0/8 11/16
Indexziffer des Eidgenössischen Arbeitsamtes (pro 1914=100) . . . *Nombre index de l'office fédéral (pour 1914=100)*		162	161	161

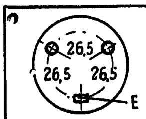
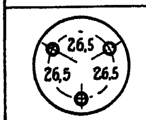
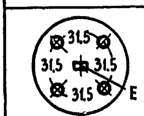
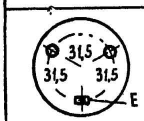
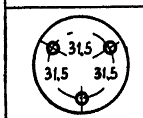
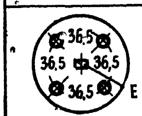
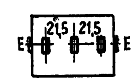
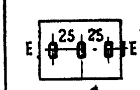
Bei den Angaben in engl. Währung verstehen sich die Preise f. o. b. London, bei denjenigen in Schweizerwährung franko Schweizergrenze (unverzollt).

Les prix exprimés en valeurs anglaises s'entendent f. o. b. Londres, ceux exprimés en francs suisses, franco frontière (sans frais de douane).

Normalien und Qualitätszeichen des S. E. V.

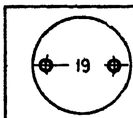
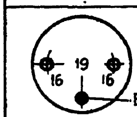
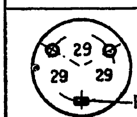
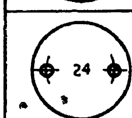
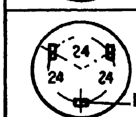
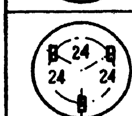
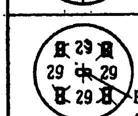
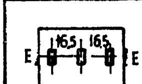
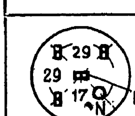
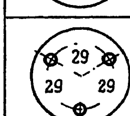
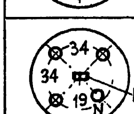
SNV-Normenblätter für Steckkontakte für Hausinstallationen.

Auf Veranlassung der Normalienkommission des S. E. V. und V. S. E. hat die Schweizerische Normen-Vereinigung (SNV) für die aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlichen Steckkontakte Entwürfe zu Dimensionsnormalien ausgearbeitet, die der Verwaltungskommission des S. E. V. und V. S. E. zur Genehmigung und Erklärung als integrierender Bestandteil der Steckkontaktnormalien[1]) im Sinne von § 3 dieser Normalien übergeben werden sollen. Die Normalienkommission lädt hiermit vor Weiterleitung dieser Entwürfe diejenigen Mitglieder des S. E. V. und V. S. E., die ein besonderes Interesse an den genannten Normalien haben, ein, bei dem Normalienbureau der Schweizerischen Normen-Vereinigung, Lavaterstr. 11, Zürich, Entwürfe zu verlangen und dem genannten Normalienbureau ihre eventuellen Aeusserungen vor dem 30. November 1929 schriftlich, im Doppel, einzureichen. Die SNV-Normenblätter für die beiden 6 A Steckkontakte sind von der Verwaltungskommission des S. E. V. und V. S. E. am 22. März 1929 genehmigt und als integrierender Bestandteil der Steckkontaktnormalien auf 1. Januar 1930 in Kraft erklärt worden (siehe Bulletin S. E. V., No. 8 vom 20. April 1929). Sie sollen in einigen Punkten untergeordneter Bedeutung geändert werden.

Steckkontakte für			Dimensionen der				Anordnung der Kontakte in der Dose
			Uuter Spannung stehende Stifte		Erdkontakte		
Nennspannung V	Nennstrom A	Ausführung	Querschn. Dim.	Länge	Querschn. Dim.	Länge	
500	15	2 P + E	Φ 5	24	2,5 × 7	29	
		3 P + E	Φ 5	24	Erdung am Gehäuse		
		3 P + E (D)	Φ 5	24	2,5 × 7	29	
	25	2 P + E	Φ 6	29	3 × 8	34	
		3 P + E	Φ 6	29	Erdung am Gehäuse		
		3 P + E (D)	Φ 6	29	3 × 8	34	
		3 P + E (D)	4 × 6	29	Erdung am Gehäuse		
	60	3 P + E (D)	5 × 8	29	Erdung am Gehäuse		

P = unter Spannung stehende Pole; E = Erde; N = Nulleiter, (D) für Drehrichtungswechsel.

1) Siehe Bulletin S. E. V. 1925, No. 1, S. 24 u. ff. und No. 8, S. 237 und 238.

Steckkontakte für			Dimensionen der				
Nenn-spannung V	Nenn-strom A	Ausführung	Unter Spannung stehende Stifte: Querschn. Dim.	Unter Spannung stehende Stifte: Länge	Erdkontakte: Querschn. Dim.	Erdkontakte: Länge	Anordnung der Kontakte in der Dose
250	6	2 P	Φ 4	19	—	—	
250	6	2 P + E	Φ 4	19	Φ 4 Erdstift an der Dose	17	
250	25	2 P + E	Φ 6	29	3 × 8	34	
380	15	2 P	Φ 5	24	—	—	
380	15	2 P + E	3 × 5	24	2,5 × 7	29	
380	15	3 P	3 × 5	24	—	—	
380	15	3 P + E (D)	3 × 5	24	2,5 × 7	29	
380	15	3 P + E (D)	3 × 5	24	Erdung am Gehäuse		
380	15	3 P + E + N	3 × 5 Nulleiter Φ 5	24 24	2,5 × 7	29	
380	25	3 P	Φ 6	29	—	—	
380	25	3 P + E + N	Φ 6 Nulleiter Φ 9	29 29	3 × 8	34	

P = unter Spannung stehende Pole; E = Erde; N = Nulleiter, (D) für Drehrichtungswechsel.

(Fortsetzung von S. 711)
Elektrizitätswerk sehr daran gelegen ist, seine Kundschaft stets befriedigt zu erhalten. Alle derartigen Massnahmen sollten, wie auch die Preisvergünstigungen, im allgemeinen unter sonst gleichen Umständen allen Abonnenten eines Werkes in gleicher Weise zugute kommen, um nicht innerhalb des eigenen Absatzgebietes störende und den Abonnenten verstimmende Differenzen zu schaffen.

Wenn in den von den Werken erlassenen Prospekten an die Kundschaft über das elektrische Kochen von der Vergleichsziffer Gas — Elektrizität gesprochen wird, so kann man nach den jüngsten Versuchen von rund 1 m³ = 3 kWh sprechen. Man sollte aber ganz besonders nicht unterlassen, bei Angaben über den Energieverbrauch pro Tag und Kopf immer darauf hinzuweisen, dass der Verbrauch von Gegend zu Gegend, von Familie zu Familie stark ändert, ob man nun mit Gas oder elektrisch koche. In landwirtschaftlichen Kreisen, wo fünf Mahlzeiten pro Tag bereitet werden, ist der Verbrauch grösser als in Haushaltungen, wo weniger Mahlzeiten eingenommen werden.

Endlich möchte die Wärmekommission besonders die kleineren Elektrizitätswerke darauf aufmerksam machen, dass vielerorts die Verteilleitungen nicht den Ausbau erfahren haben, den die stetige Zunahme im Stromverbrauch, besonders für das Kochen, erfordert, wenn die Kundschaft Befriedigung finden soll. Das Konstanthalten der Spannung ist aber für das richtige Funktionieren der Kochherde mindestens ebenso notwendig wie für die Beleuchtung. Schon wenn die Spannung um 10 % abfällt, so geht die Leistungsaufnahme einer Kochplatte um 20 % zurück und tritt ein tatsächliches Ungenügen des elektrischen Kochens und damit der Verzicht auf dasselbe bald ein. Derartige hohe Spannungsabfälle sollten nicht vorkommen und können oft mit verhältnismässig geringen Kosten vermieden werden.

Wenn auch die Energiepreise für das Kochen und die Heisswasserbereitung wesentlich niedriger sind als für das Licht, so ist doch die sich durch das elektrische Kochen ergebende Einnahme so bedeutend, dass im allgemeinen eine wesentliche Zunahme im Reingewinn erzielt werden kann, auch wenn man die Kosten zum Ausbau des Netzes mit in Kauf nimmt. Diese Auslagen sind also wiederum nicht Luxusausgaben, sondern Kapitalanlagen, mit sicherer und guter Rendite.

Vereinsnachrichten.

Die an dieser Stelle erscheinenden Artikel sind, soweit sie nicht anderweitig gezeichnet sind, ***offizielle Mitteilungen des Generalsekretariates des S.E.V. und V.S.E.***

Aenderung der Vorschriften betr. Erstellung, Betrieb und Instandhaltung elektrischer Hausinstallationen, von 1927.

Der Anlass einer Neuauflage der vor zwei Jahren erschienenen Hausinstallationsvorschriften wurde dazu benützt, um einige in der alten Auflage zu wenig präzisierte Bestimmungen und Erläuterungen deutlicher zu formulieren und, wo es erforderlich schien, zu ergänzen. Die Anregung dazu gaben einesteils die inzwischen fortgeführten Arbeiten der Normalienkommission des S. E. V. und V. S. E. und andernteils Besprechungen der Vorschriften mit den Installationschefs einer grösseren Anzahl von Elektrizitätswerken. Die Kommission für die Revision der Hausinstallationsvorschriften hat die verschiedenen Vorschläge für die Vornahme von Aenderungen und Ergänzungen in einer Sitzung vom 22. Mai 1929 geprüft und, soweit sie sich mit denselben einverstanden erklären konnte, sind sie in der Neuauflage berücksichtigt worden. Dabei mussten aber Vorschläge, welche eine wesentliche materielle Aenderung von Vorschriftenbestimmungen zur Folge gehabt hätten, abgelehnt werden. Im nachstehenden sind diejenigen Paragraphen aufgeführt, welche gegenüber der ersten (Dezember 1927) bzw. der zweiten Auflage (Januar 1928) Aenderungen erfahren haben.

—

Zum Zwecke der Ergänzung früherer Auflagen können die nachstehenden Aenderungen als Tektur (einseitig bedruckt, auf gummiertem Papier) zu Fr. —.20 pro Stück plus Porto beim Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E., Zürich, Seefeldstr. 301, bezogen werden.

—

§ 12.

In der *Erläuterung* ist bei einer Neuauflage der Vorschriften das Wort «Achtung, 500 Volt» durch «*Vorsicht, 500 Volt*» zu ersetzen.

§ 19.

Der *Erläuterung* ist ein neues drittes Alinea anzufügen, das wie folgt lautet:

«Wenn in Neuanlagen gleichzeitig isolierte Erdleitungen und geerdete stromführende Leiter (Nulleiter) vorkommen, ist es zur Vermeidung allfälliger Verwechslungen notwendig, die Erdleitungen als solche besonders zu kennzeichnen. Der Erdleiter soll mit gelber Farbe, untermischt mit roten Punkten, gekennzeichnet werden, während der geerdete Stromleiter (Nulleiter) einheitlich gelb bezeichnet werden soll.»

§ 25.

Am Schlusse der *Erläuterung* ist folgender Nachsatz anzufügen:

«... betr. Starkstromanlagen, *gemäss welchen in Hausinstallationen u. a. der Erdungswiderstand der Erdelektroden höchstens 20 Ohm betragen darf.*»

§ 38.

In der *Erläuterung* soll im ersten Alinea in der dritt- und viertletzten Zeile statt «grosser Sicherungstafeln» «*Verteiltafeln*» stehen.

§ 46.

Der *Erläuterung* ist folgender Schlußsatz beizufügen:

«Ein Motorschalter braucht nur die stromführenden Leitungen und nicht auch allfällige Erdleitungen zu unterbrechen.»

§ 52.

In Ziffer 1 ist das kursiv gedruckte Wort einzufügen:

«Mit Ausnahme der *einpoligen* Schalter für Lampen ...»

§ 54.

In der *Erläuterung* ist am Schlusse des ersten Alineas anzufügen:

«... Gewindering anzuschliessen. In Kastenschaltern mit verriegelten Türen, bei welchen in geöffnetem Zustande das ganze Sicherungselement spannungslos ist, darf dagegen der Anschluss desselben beliebig erfolgen.»

§ 63, Ziffer 2.

In Ziffer 2 soll folgender Satz vorangesetzt werden:

«2. Zweipolige Steckkontakte dürfen nicht zur Erdung von beweglichen oder transportablen Stromverbrauchern benutzt werden; für die Erdung muss in solchen Fällen ein besonderer Erdkontakt vorhanden sein. Drei- und mehrpolige Steckkontakte ...»

§ 63, Ziffer 5.

Die Ziffer 5 ist durch folgenden neuen Text zu ersetzen:

«5. Steckkontakte müssen, ausgenommen in nachstehenden Fällen, so gebaut sein, dass die Steckerstiften schon beim Einführen in die Steckdose gegen zufällige Berührung geschützt sind. In trockenen und zeitweilig feuchten Räumen brauchen bei Spannungen bis zu 250 V gegen Erde Steckkontakte für Ueberputzmontage bis zu 6 A und für Unterputzmontage bis zu 15 A diesen Berührungsschutz nicht aufzuweisen.»

§ 64.

In der letzten Zeile der Vorschrift sind die kursiv gedruckten Worte einzufügen:

«... auch wenn er sich *im Stecker* an seiner Befestigungsstelle lösen sollte.»

§ 67.

In der neunten Zeile des zweiten Absatzes der *Erläuterung* soll an Stelle des Wortes «Steckkontaktgehäuse» gesetzt werden «*Steckergehäuse*».

§ 100.

Das erste Alinea der *Erläuterung* ist durch folgenden Wortlaut zu ersetzen:

«Sogenannte Bügeleisenroste mit wagrechter Auflagefläche für das Eisen müssen mindestens 10 cm hohe Füsse besitzen. Bei schräger Auflagefläche für das Eisen sollen die Füsse auf der einen Seite mindestens 8 cm und auf der andern Seite 10 cm hoch sein. Bei Anbringung einer Wärmetrennwand (Doppelboden) in einem Abstand von 2—3 cm unter der Auflagefläche darf die Höhe der letztern über der Tischfläche bei wagrechten Rosten bis auf 7,5 cm, bei Schrägrosten bis auf 4,5 bzw. 7,5 cm vermindert werden.»

Da Temperaturschalter ...

§ 102.

Es soll eingangs gesagt werden:

«*Alle* elektrischen Wasserspeicher sollen ...»

§ 103.

In der *Erläuterung* ist im letzten Alinea unter Weglassung der Worte «grosse Warmwasserspeicher» folgende Korrektur anzubringen:

«Für die Erstellung von *elektrischen Dampfkesseln* sei ...»

§ 125, Ziffer 4.

In der ersten Zeile soll statt «Betriebsspannung» «*Spannung*» gesagt werden.

§ 132.

Diesem Paragraphen soll eine *Erläuterung* mit folgendem Wortlaut angefügt werden:

«*Erläuterung:* Hinter den Verteiltafeln sollen verlötete Drahtverbindungen nicht vorkommen. Die Drahtverbindungen sind durch Klemmen mit Schrauben, eventuell in Dosen, zu bewerkstelligen. Solche Dosen sollen zugänglich sein, ohne die Tafel von der Wand lösen zu müssen. Es empfiehlt sich, bei Verbindungsklemmen für mehr als 4 mm² Drahtquerschnitt je 2 Klemmenschrauben vorzusehen.»

§ 141.

Am Schlusse der *Erläuterung* ist folgender Zusatz anzubringen:

«... entsprechen. Für Verlängerungsschnüre von mehr als 5 m Länge sind ebenfalls Trommeln oder ähnliche Vorrichtungen zum Aufwickeln der Schnüre vorzusehen.»

§ 153.

Die *Erläuterung* ist am Schlusse durch folgenden Zusatz abzuändern:

«... zu versehen. Sogenannte Blindstöpsel dürfen nur in bereits bestehenden Anlagen noch Verwendung finden. Bei Neuanlagen sind besondere Abtrennvorrichtungen anzuwenden, welche schon ihrem äussern Aussehen nach nicht mit Schmelzeinsätzen verwechselt werden können.»

§ 156, Ziffer 2.

In der sechsten Zeile von Ziffer 2 ist folgende Einfügung vorzunehmen:

«... bis auf die Hälfte, *jedoch nicht auf weniger als 16 mm²*, verringert werden ...»

§ 166, Tabelle.

In der Tabelle soll in der zweiten Kolonne «bei sichtbarer Verlegung» für 4 × 10 mm² (zweitunterste Zeile) statt 23 mm «*29 mm*» gesetzt werden.

§ 168.

In die *Erläuterung* ist folgender Nachsatz aufzunehmen:

«... zu empfehlen. Das Material von Verbindungsdosen soll feuersicher und feuchtigkeitsbeständig sein.»

§ 202.

Im letzten Satz der *Erläuterung* sind die im folgenden kursiv gedruckten Worte einzufügen:

«... schlecht gelüftete Keller, *sowie Aborte ohne Wasserspülung*, sind ebenfalls als feuchte Räume zu betrachten.»

§ 210, Ziffer 1.

Am Schlusse der Bestimmung in Ziffer 1 sollen die kursiv gedruckten Worte eingefügt werden:

«... oder sie ist zuverlässig zu erden, *wenn die Spannung mehr als 125 V gegen Erde beträgt*.»

§ 224.

Am Schlusse des zweiten Alineas der *Erläuterung* soll beigefügt werden:

«... von Ziffer 2 genügen. Wo in industriellen Betrieben die Verwendung sehr vieler Hand-

lampen unumgänglich ist und sichere Gewähr dafür besteht, dass diese Lampen und ihre Zuleitungen einer dauernden Ueberwachung und sorgfältigen Instandhaltung durch zuverlässiges, fachkundiges und verantwortliches Personal unterzogen werden, darf ausnahmsweise von einer Herabsetzung der Spannung auf 36 V abgesehen werden.»

§ 239.

In der *Erläuterung* soll der Anfang des Satzes in der elften Zeile wie folgt lauten:

«... *Privat*autogaragen *für eine geringe Anzahl von Wagen* sind im allgemeinen ...»

Ferner ist vor dem Satzbeginn in der viertletzten Zeile einzufügen:

«.... benutzt werden. Garagen, in welchen die Wagen mit Wasser abgespritzt werden, sind dagegen als feuchte, eventuell als nasse Räume zu behandeln. Es ist im ...»

§§ 247 und 248.

Der vierte Absatz der *Erläuterung* in § 247 steht dort am unrichtigen Ort. Er ist *als zweiter Absatz der Erläuterung von § 248 anzuhängen.*

§ 277.

Ersatz für die vorhandene *Erläuterung:*

«*Erläuterung.* Steuerungsschalter, Schalter für Nebenmotoren und dergl., brauchen dagegen die Stromkreise nicht unbedingt allpolig zu unterbrechen. Es genügt, wenn durch den Hauptschalter die ganze Anlage allpolig ausgeschaltet werden kann. In solchen Fällen ist aber durch Anschläge auf die Gefahr aufmerksam zu machen und darauf hinzuweisen, dass die Anlagen nur durch den Hauptschalter allpolig spannungslos gemacht werden können (siehe auch § 46, Erläuterung).»

§ 286, Ziffer 1.

An Stelle der ersten Zeile soll stehen:

«*Berührbare Metallteile von Apparaten,* die ...»

§ 288.

In der sechsten Zeile des zweiten Alineas der *Erläuterung* soll statt des Wortes «Steckkontakt» «*Stecker*» stehen und am Schlusse statt «Achtung, 500 Volt» «*Vorsicht,* 500 Volt».

§ 306.

Am Schlusse der *Erläuterung* soll der Satz angefügt werden:

«Der Erdungswiderstand der Erdelektroden soll höchstens 20 Ohm betragen» (vergl. § 25, Erläuterung).

Anhang.

§ 1.

Der Text ist unter Weglassung des letzten Satzteiles wie folgt zu erweitern:

«Dieser Anhang ... zu kontrollieren sind. Er bezieht sich weiter sinngemäss auch auf die Verstärkungsapparate für Grammophonanschlüsse. Die Wegleitung soll die Anhaltspunkte für die Kontrolle solcher Einrichtungen geben.»

§ 2.

Der Ziffer 2 ist folgender Nachsatz unmittelbar anzufügen:

«Mit Anschlussgerät wird in dieser Wegleitung jeder Zwischenapparat bezeichnet, der eine Radioanlage mit einer Starkstromhausinstallation leitend verbindet (Sperrkondensator, Ersatzantenne, Transformator usw.).»

Begriffserklärungen.

Unter den Begriffserklärungen sind die nachfolgenden durch einen neuen Text zu ersetzen, wobei der abgeänderte Teil des Textes kursiv gedruckt ist.

89. Die Sicherung ist der gesamte, den Schmelzeinsatz enthaltende Apparat. *Er besteht aus Sicherungselement und Schmelzeinsatz, sowie eventuell aus Passeinsatz und Schraubkopf.*

90. Der Schmelzeinsatz ist der *den Schmelzkörper enthaltende auswechselbare Teil der Sicherung.*

91. Der Schmelzkörper ist *der Leiter im Schmelzeinsatz,* welcher bei Ueberlast schmilzt und so den Stromkreis unterbricht.

92. Der Blindstöpsel ist ein Einsatz für ein Sicherungselement, welcher an Stelle des Schmelzeinsatzes zur Ueberbrückung dient und auch bei Ueberlast den Stromkreis nicht unterbricht.

115. Feuersicher oder unverbrennbar *bis zu einer bestimmten Temperatur (300° bzw. 500° C)* ist ein Stoff, wenn sich bei dieser Temperatur aus dem Material austretende Gase durch elektrische Funken nicht entflammen lassen.

117. Wärmebeständig *bis zu einer bestimmten Temperatur* ist ein Stoff, *wenn sich bei dieser Temperatur* seine elektrischen und mechanischen Eigenschaften nicht in einer für den Verwendungszweck nachteiligen Weise ändern.

118. Hitzebeständig ist ein Stoff, *wenn er bei einer Temperatur von 200° C* seine elektrischen und mechanischen Eigenschaften nicht in einer für den Verwendungszweck nachteiligen Weise ändert.

119. Feuchtigkeitsbeständig ist ein Stoff, *wenn er seine elektrischen und mechanischen* Eigenschaften in feuchter Luft nicht in einer für den Verwendungszweck nachteiligen Weise ändert.

Zulassung von Elektrizitätsverbrauchsmessersystemen zur amtlichen Prüfung und Stempelung. Auf Grund des Art. 25 des Bundesgesetzes vom 24. Juni 1909 über Mass und Gewicht und gemäss Art. 16 der Vollziehungsverordnung vom 9. Dezember 1916 betreffend die amtliche Prüfung und Stempelung von Elektrizitätsverbrauchsmessern hat die eidgenössische Mass- und Gewichtskommission die nachstehenden Verbrauchsmessersysteme zur amtlichen Prüfung und Stempelung zugelassen und ihnen die beifolgenden Systemzeichen erteilt:

Fabrikant: *A. E. G. Elektrizitäts - Aktiengesellschaft in Berlin.*

S 68 Zusatz zu:
Induktionszähler für Einphasen-Wechselstrom, Form J 6 und J 6 E.

Fabrikant: *Siemens - Schuckertwerke, Berlin-Nürnberg.*

S 51 Zusatz zu:
Blindverbrauchszähler für Mehrphasenstrom mit 3 Triebsystemen, Type D 8 B V.

Bern, den 30. September 1929.

Der Präsident
der eidg. Mass- und Gewichtskommission:
J. Landry.

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN
BULLETIN
ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke	REDAKTION Zürich 8, Seefeldstr. 301	Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité
Verlag und Administration	Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G. Zürich 4, Stauffacherquai 36/38	Editeur et Administration

XX. Jahrgang
XXe Année
Bulletin No. 21
November I 1929
Novembre I

Enquête sur les interrupteurs dans l'huile.

Rapport du *Comité Suisse* chargé d'en présenter les résultats à la Conférence internationale des Grands Réseaux électriques à haute tension.

621.317.35

Le présent rapport donne et commente les résultats d'une enquête internationale sur quelques questions importantes concernant les interrupteurs dans l'huile, préparées le 1er juillet 1927 à Paris, à l'occasion de la IVe session de la Conférence internationale des Grands Réseaux. Il a été présenté à la session 1929 de cette conférence par le comité suisse qui avait été chargé de l'enquête.

Il rappelle sommairement quelques notions théoriques se rapportant au sujet traité, donne un aperçu comparatif des prescriptions en vigueur sur la matière dans différents pays, tire les conclusions des réponses reçues, et présente un certain nombre de suggestions pour l'élaboration de règles d'unification concernant la définition des caractéristiques principales des interrupteurs dans l'huile. Ce rapport contient aussi des résultats d'expériences faites par de nombreux exploitants.

Der vorliegende Bericht enthält die Ergebnisse einer internationalen Enquete über einige wichtige Fragen betreffend die Oelschalter; diese Fragen wurden anlässlich der IV. Tagung der «Conférence internationale des Grands Réseaux» am 1. Juli 1927 in Paris vorbereitet, worauf die Durchführung der Umfrage einem schweizerischen Komitee überlassen wurde, welches bei der diesjährigen Konferenz den nachstehenden Rapport vorbrachte.

Der Bericht stellt zunächst einige theoretische Begriffe fest, die sich auf das Gebiet der Oelschalter beziehen, gibt einen vergleichenden Ueberblick der diesbezüglichen Vorschriften der verschiedenen Länder, zieht bestimmte Schlüsse aus den erhaltenen Antworten und macht eine Anzahl Anregungen in bezug auf die Aufstellung einheitlicher Regeln für die Definition der charakteristischen Grössen der Oelschalter. Er enthält ferner Erfahrungsresultate zahlreicher Betriebsleiter.

Préambule.

Les interrupteurs constituent un élément d'importance capitale dans une installation à haute tension; la sécurité du service de l'installation dépend en grande partie de leur bon fonctionnement. Autrefois, on se contentait d'indiquer au moment de la commande d'un interrupteur, la tension et le courant de service. Depuis quelque temps, il a été reconnu que ces indications sont tout à fait insuffisantes et que les exploitants doivent, lors du choix d'un interrupteur, préciser les valeurs maxima de l'intensité de rupture, de la tension de service, ou encore de la tension de rupture, et dans certains pays (Allemagne, Angleterre, Suisse) de la puissance de rupture auxquelles l'appareil peut être exposé. En outre, il y a lieu d'indiquer l'amplitude maximum du courant initial de court-circuit, cette amplitude déterminant les contraintes d'origine électro-dynamique exercées sur les différentes parties de l'interrupteur lorsque l'enclenchement se produit sur un court-circuit.

Les définitions de ces notions ont été formulées dans plusieurs pays[1]) sous forme de règles ou directives. Les commissions qui ont eu à élaborer ces règles dans les différents pays ne sont parties, ni du même point de vue, ni des mêmes bases techniques. De ce fait, les définitions données aux termes employés n'ont pas partout le même sens, ce dont il est facile de s'assurer en consultant le tableau comparatif No. 1.

Le besoin d'une étude approfondie de la question complexe des interrupteurs à huile se faisant donc de plus en plus sentir, un grand nombre de participants à la session de 1927 de la Conférence internationale de Grands Réseaux ont exprimé le désir qu'une enquête fût faite sur ce sujet et que son résultat fût présenté lors de la session de 1929.

Un Comité Suisse fut chargé de procéder à l'enquête, d'en tirer des conclusions et, si possible, de présenter des suggestions relatives à la définition des grandeurs caractéristiques à envisager pour le choix des interrupteurs à huile des installations à haute tension. Ce Comité, composé de MM. Perrochet, président, Bourquin, secrétaire, Dutoit, Hug, Dr. Kopeliovitch, Puppikofer, Rutgers et Dr. Sulzberger, établit un questionnaire basé sur un avant-projet élaboré à Paris en 1929. Afin d'éviter des réponses vagues pouvant induire en erreur, les questions furent complétées d'explications données dans des annexes correspondantes et destinées à faciliter les réponses à faire, ainsi que d'une courte étude empruntée en grande partie aux „Directives Suisses pour le choix des interrupteurs des installations à courant alternatif à haute tension", pour mettre préalablement au point quelques notions théoriques.

Le questionnaire définitif avait la teneur suivante:

Questions principales.

1. Comment y a-t-il lieu de définir ce qu'on nomme la tension de rupture, l'intensité de rupture et éventuellement la puissance de rupture d'un interrupteur? Y a-t-il intérêt à expliciter le travail de rupture d'un interrupteur (énergie totale dissipée dans l'appareil pendant la rupture)?
2. Combien de fermetures et d'ouvertures successives sur court-circuit doit-on garantir pour un interrupteur, spécialement pour les interrupteurs à très haute tension, ou à très grande intensité. Quels intervalles de temps doit-on prévoir entre ces ouvertures et ces fermetures.
3. Avez-vous utilisé les interrupteurs avec résistances intercalaires, dites résistances de choc, dans quel but?
   Quels avantages pensez-vous avoir retiré de l'emploi de ces résistances?
   Avez-vous constaté des inconvénients paraissant provenir de ces dispositifs?
4. Temporisez-vous vos relais en vue de diminuer la puissance et, par là, le travail de rupture de vos interrupteurs à huile?
   Quelle est la temporisation que vous estimez utile et admissible dans ce but?

Questions secondaires.

5. Avez-vous observé une relation entre la tenue de vos interrupteurs et l'état du point neutre, isolé ou mis à la terre, soit directement, soit à travers une résistance ou une inductance?
6. Avez-vous observé des inconvénients paraissant résulter de l'emploi de divers matériaux isolants tels que porcelaine, bois, bakelite, etc.?

---

[1]) *Allemagne:* Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Wechselstrom-Hochspannungsschaltgeräten, ETZ 1927, No. 23 et 24.
Angleterre: BESA 1923, No. 116.
Etats-Unis: AIEE 1925, No. 19.
France: USE 1924, No. 168.
Suisse: Directives pour le choix des interrupteurs des installations à c.-a. à haute tension, Bull. ASE 1924, No. 5 et 1925, No. 2. 2me édition 1928 (tirage à part).

Les questions 5 et 6 ont été désignées comme étant d'intérêt secondaire, vu la difficulté d'obtenir à ce sujet des réponses basées sur des observations directement comparables.

Le dossier du questionnaire fut envoyé à 128 personnes ou associations, dont une soixantaine environ s'étaient annoncées pour participer à l'enquête. Les réponses reçues sont au nombre de 51; on trouvera dans la suite leur répartition entre pays.

Avant de passer à l'étude détaillée des réponses obtenues, il paraît utile de préciser tout d'abord quelques notions se rattachant au sujet de l'enquête, et d'insister sur les différences qui existent entre les prescriptions actuellement en vigueur dans divers pays (voir note 1 au bas de la page 718).

Rappel de quelques notions théoriques.

Tout court-circuit provoque des phénomènes transitoires dans le réseau qui en est le siège. Le calcul exact du courant de court-circuit et de son amortissement, ainsi que de la valeur instantanée de la force électromotrice agissant dans le circuit, présente des difficultés sérieuses, même pour les installations comportant un seul alternateur. Dans les réseaux bouclés, alimentés par plusieurs usines génératrices, les calculs exacts de ce genre deviennent inextricables. On se contente généralement de méthodes de calcul approchées [2]), ou bien on se sert d'un modèle réduit du réseau considéré, composé de résistances équivalentes, avec lequel il est possible de déterminer rapidement l'intensité du courant de court-circuit, en un point donné du dit réseau de distribution. Quant à l'amortissement du courant, il est aisé d'en obtenir une valeur approximative à l'aide de courbes adéquates [3]).

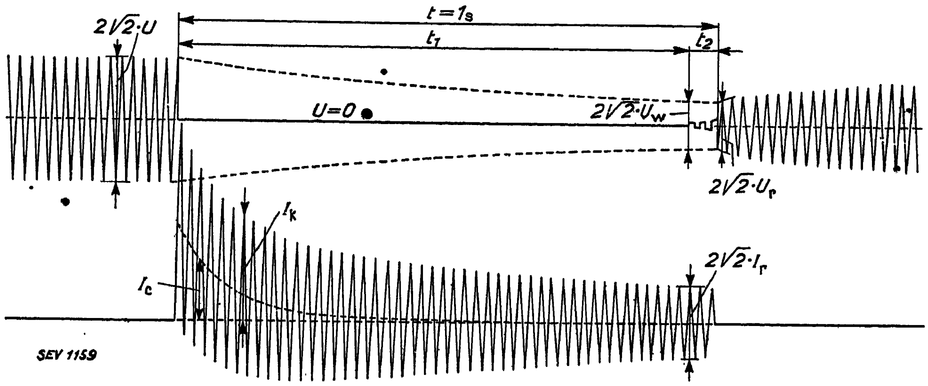


Fig. 1.

Oscillogrammes du courant et de la tension lors d'un court-circuit:

U = tension avant le court-circuit;
U_r = tension de rupture;
U_w = tension induite au moment de la séparation des contacts;
I_k = courant total de court-circuit égal à $\sqrt{I_c^2 + I_r^2}$ en valeur efficace;
I_c = composante continue du courant de court-circuit;
I_r = valeur efficace du courant alternatif de court-circuit au moment de la séparation des contacts;
t = durée totale du court-circuit;
t_1 = retard au déclenchement;
t_2 = durée de l'arc.

---

[2]) E.-M. Hewlett, J.-M. Mahoney et G.-A. Burnham: Rating and selection of oil circuit Breakers. Proceedings of the american Institute of electrical Engineers, 1918, t. XXXVII, p. 41–56.

Voir aussi: Directives pour le choix des interrupteurs des installations à courant alternatif à haute tension, Bull. A.S.E. 1924, No. 5 et 1925, No. 2, 2^me édition 1928 (tirage à part).

Règles allemandes: Methode zur Berechnung von Kurzschlusströmen und Schalterleistungen, E.T.Z. 1929, page 242.

[3]) Par exemple: Proceedings of the american Institute of electrical Engineers 1918, Loc. cit. page 48.

Interrupteurs à huile: Comparaison

Pos.	Objet	Allemagne	Amérique	Angleterre
1	Tension de rupture	Aucune donnée.	Aucune donnée.	Aucune donnée.
2	Courant de rupture.	No. 23 – page 818, § 27. „Der Ausschaltstrom ist der Effektivwert des Stromes, der zu Beginn der Trennung der Schaltstücke im Schaltgerät fliesst (grösste Halbwelle)."	Page 7, § 19–104. "The interrupting rating of an oil circuit breaker is a rating based upon the highest r.m.s. current at normal voltage the breaker can interrupt under the operating duty specified. The current value taken shall be that existing during the first half cycle of arc between contacts during the opening stroke."	Page 8, § 30–31. ". . . . . the actual current at the time of separation of the contacts . . ."
3	Puissance de rupture.	No. 23 – page 818, § 27. „Die Ausschaltleistung eines Schalters in kVA ist das Produkt des Ausschaltstromes und der im Stromkreis wirksamen Spannung bei Beginn der Trennung der Schaltstücke, beide in Effektivwerten gemessen, mit dem Zahlenfaktor der Stromart multipliziert (bei Drehstrom $\sqrt{3}$). Bei kurzer Lichtbogendauer ist die wirksame Spannung nahezu gleich der wiederkehrenden Spannung nach vollendetem Ausschalten."	Page 7, § 19–104. "The interrupting rating of an oil circuit breaker is rating based upon the highest r. m. s. current at normal voltage the breaker can interrupt under the operating duty specified. The current value taken shall be that existing during the first half cycle of arc between contacts during the opening stroke."	Page 8, § 31. "The breaking (interrupting or rupturing) capacity of an oil immersed circuit breaker is the maximum kVA which the circuit breaker will break, under prescribed conditions, at stated intervals, a specified number of times. The value of the maximum kVA is the product of the working voltage in kilovolts, and the actual current at the time of separation of the contacts, multiplied by 1,73 or 2 for single phase, three-phase or two-phase systems respectively." Note: RMS values of current and voltage shall be taken.
4	Nombre et intervalles entre les enclenchements et les déclenchements successifs.	No. 24 – page 855, § 74. „Oelschalter müssen die angegebene Nennausschaltleistung bei der nachstehenden Folge von Schaltvorgängen ausschalten können: Ausschalten des Kurzschlusses: 3 min. Pause, Einschalten auf Kurzschluss u. Ausschalten des Kurzschlusses: 3 min. Pause, Einschalten auf Kurzschluss u. Ausschalten d. Kurzschlusses. . Zwischen die Ausschaltung u. Wiedereinschaltung muss eine Pause von mind. 3 min. gelegt werden . . . . Diese Probe kann nach erfolgter Ueberholung im ganzen dreimal verlangt werden."	Page 7, § 19–107. "The standard operating duty of an oil circuit breaker shall of two unit operating cycles at a two-minute interval." „Each unit operating cycle shall consist of a closing of the circuit breaker followed immediately by its opening without purposely delayed action."	Page 18, § 52. "The circuit breaker shall interrupt its rated kVA breaking capacity twice at a two-minute interval, and then shall be in a condition to be closed, and carry its rated current until it is practicable to inspect it and make necessary adjustments."
5	Etat des interrupteurs après les essais de rupture.	No. 23 – page 818, § 27. „. . . Die Einschaltfestigkeit des Schaltgerätes muss den Kraft- und Wärmewirkungen des Stoss- und Dauerkurzschlussstromes gewachsen sein, ohne dass Abhebung oder Verschweissen der Schaltstücke eintritt."	Page 7, § 19–106b. "At the end of any performance at or within its interrupting rating, the circuit breaker shall be in the following condition: 1. Mechanical: the breaker shall be substantially in the same mechanical condition as at the beginning. 2. Electrical: the breaker shall be capable of carrying rated voltage, and its main current carrying parts shall by substantially in the same condition as at the beginning. After performance at or near its interrupting rating, the interrupting ability of the breaker may be materially reduced and it is not to be inferred that it may be re-closed after such performance without inspecting and, if necessary, making repairs."	Aucune donnée.
6	Liste des prescriptions	Projet III du VDE: „Regeln für die Konstruktion, Prüfung und Verwendung von Wechselstromhochspannungsschaltgeräten." ETZ, No. 23 – 24/1927.	AIEE-No. 19/1925.	BESA-No. 116/1923.

des Prescriptions de différents pays.

Tableau I.

France	Suisse	Règles d'unification internat. proposées	Remarques
Aucune donnée.	Page 3, § 2. „La tension de rupture est la valeur efficace de la tension qui, lors d'un déclenchement, apparaît sur la ligne d'arrivée, immédiatement après l'extinction des arcs sur toutes les phases."	La tension de rupture est définie par la valeur efficace de la tension qui se rétablit en amont du disjoncteur immédiatement après la rupture des arcs sur toutes les phases.	
Aucune donnée.	Page 3, § 2. „Le courant de rupture désigne la valeur efficace de la composante alternative du courant qui traverse l'interrupteur lors d'un déclenchement, au moment de la séparation des contacts."	Le courant de rupture désigne la valeur efficace de la composante alternative du courant de court-circuit traversant l'interrupteur lors d'un déclenchement au moment de la séparation des contacts.	
Page 27, § 1059. „On appelle pouvoir de coupure d'un interrupteur le courant maximum que cet interrupteur peut couper sous une tension déterminée. Le pouvoir normal de coupure d'un interrupteur est défini par le courant maximum que cet interrupteur peut couper sous sa tension normale . . . ."	Page 13, § 4b. „La puissance de rupture correspondant à un courant de court-circuit et à une tension de rupture donnés s'obtient comme suit: Pour les réseaux monophasés: $P_{rd} = I_{rd}\ V_{rd}$. Pour les réseaux triphasés: $P_{rd} = I_{rd}\ V_{rd}\sqrt{3}$. I_{rd} = le courant permanent de c.-c. V_{rd} = la tension induite (tension de rupture en court-circuit permanent) en kV mesurée entre les conducteurs extérieurs. P_{rd} = la puissance de rupture en c.-c. permanent en kVA pour toutes les phases ensemble."*)	La définition de la capacité de rupture d'un interrupteur résulte, d'une part, de la tension de rupture et de l'intensité de rupture, d'autre part, de la garantie du nombre et des intervalles entre les enclenchements et déclenchements successifs. En kVA, la capacité de rupture d'un appareil mono- di- triphasé peut être exprimée par les produits de la tension de rupture par le courant de rupture, multiplié respectivement par le facteur correspondant au système, d'après les formules: $I_r\ U_r$ $2\ I_r\ U_r$ et $\sqrt{3}\ I_r\ U_r$.	*) Pour les calculs, on peut admettre que la tension de rupture V_r est proportionnelle au courant de c.-c. I_k pendant toute la durée de l'amortissement de ce courant. La tension induite tout au début du c.-c. est approximativement égale à la tension de service V, la tension de rupture à un moment quelconque sera donnée par la formule $V_r = V\frac{I_r}{I_{ri}}$ (I_{ri} = courant initial de court-circuit.)
Page 28, § 1062. „L'absence d'indication relative au nombre de coupures impliquera que ce nombre est de trois."	Page 5, § 3d. „L'interrupteur doit pouvoir supporter à intervalles d'une minute trois déclenchements et deux enclenchements successifs, le courant de rupture et le courant initial de court-circuit ne dépassant pas les limites fixées."	Les disjoncteurs à huile doivent pouvoir couper 3 fois la puissance de coupure nominale garantie, aux intervalles indiqués ci-après. co-l'-oco-l'-co, le courant initial ne dépassant pas les limites fixées. 1. Coupure: 1 minute d'intervalle. 2. Enclenchement sur le court-circuit suivi immédiatement de la disjonction, 1 minute d'intervalle. 3. Répétition de l'opération 2.	
Page 27, § 1060. „Lors d'une coupure à pouvoir normal, les seules détériorations admises sont celles des pièces de l'appareil sur lesquelles l'arc prend naissance, et des pièces destinées à en limiter le développement. Dans les appareils à huile, aucune projection d'huile en dehors de son récipient n'est admissible."	**) „Après les essais, l'interrupteur doit pouvoir encore être employé en service normal. Avant de nouveaux enclenchements ou déclenchements sous fort courant, on devra ouvrir l'interrupteur et, s'il y a lieu, le réparer."	Aucune revision ne doit être nécessaire au cours de ces manœuvres. L'appareil devra pouvoir être encore employé en service normal et, au point de vue mécanique, fonctionner correctement. Une revision comportant, s'il y a lieu, le remplacement de l'huile et des contacts doit être faite après chaque cycle complet.	**) Voir Bulletin de l'A. S. E. No. 2/1925, page 76.
USE-No. 168/1924.	„Directives pour le choix des interrupteurs des installations à courant alternatif à haute tension." A. S. E. 1924.	Suggestions du Comité Suisse chargé de l'Enquête sur les interrupteurs à huile.	

Pour rappeler brièvement les phénomènes, considérons l'oscillogramme de la fig. 1 qui représente l'allure du courant et de la tension lors de la rupture différée d'un court-circuit. La tension induite U et le courant de court-circuit s'amortissent rapidement, la composante continue I_c de ce dernier étant pratiquement négligeable déjà au bout de 0,20 s. La courbe d'amortissement de la tension induite a été tracée en admettant, pour simplifier, que le rapport $\frac{U}{I_r}$ reste constant pendant toute la durée de la période transitoire, I_r désignant la valeur efficace de la composante alternative du courant de court-circuit. Cette hypothèse n'est pas tout à fait exacte par suite de la diminution de l'impédance de fuite qui se manifeste au début du court-circuit du fait de la saturation, mais est suffisante dans la pratique.

En ce qui concerne les tensions, on distingue la tension de régime U, celle de rupture U_r et la tension induite ou „active" U_w. La tension U_r qui s'établit sur la ligne d'arrivée, immédiatement après l'extinction des arcs sur tous les pôles, diffère d'autant plus de la tension de régime U que la durée du court-circuit est plus élevée. La différence $U-U_r$ est maximum lorsque la coupure a lieu après l'amortissement total du courant transitoire. La tension induite ou la tension active U_w, qui agit dans le circuit au moment de la séparation des contacts de l'interrupteur, peut être sensiblement supérieure à la tension de rupture U_r, si la durée t_2 de l'arc et la durée totale du court-circuit sont de même ordre de grandeur. C'est le cas généralement pour les interrupteurs dans l'huile de n'importe quel système dans les installations à haute et très haute tension, lors des déclenchements instantanés.

En cas de court-circuit sur une petite dérivation d'un réseau de très grande capacité de distribution, l'amortissement du courant alternatif n'existe pratiquement pas, de sorte que le courant de régime (courant permanent de court-circuit) peut s'établir dès le début du phénomène. Les trois tensions U, U_w et U_r sont alors à peu près égales.

On peut définir le *courant de rupture* de trois manières sensiblement différentes les unes des autres. Tant qu'il s'agit d'une rupture instantanée, se produisant encore avant l'amortissement complet de la composante exponentielle (continue), la valeur efficace du courant traversant l'interrupteur au moment de la séparation des contacts, ou durant la première demi-onde pendant la rupture, s'exprime par la formule:

$$I_k = \sqrt{I_c^2 + I_r^2}$$

I_c étant la composante continue et I_r la valeur efficace de la composante alternative (fig. 2a), la racine ci-dessus n'étant applicable en toute rigueur que si l'on fait abstraction de l'amortissement des deux composantes I_c et I_r.

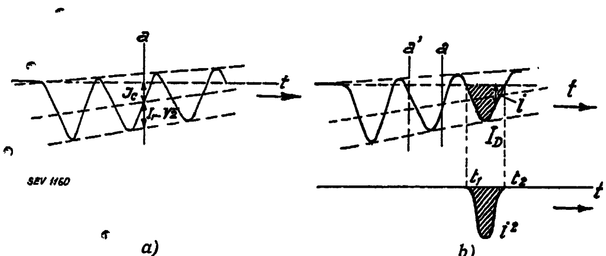


Fig. 2.
Définition du courant de rupture:

a) $I_K = \sqrt{I_c^2 + I_r^2}$ b) $I_D = \sqrt{\frac{1}{t_2 - t_1}\int_{t_1}^{t_2} i^2\, dt}$

a = Instant de la séparation des contacts.

Dans les règles allemandes, on a introduit pour le courant de rupture la valeur efficace I_D de la demi-onde de plus grande amplitude résultant de la superposition de la composante exponentielle du courant avec l'onde alternative de même sens traversant l'interrupteur à l'instant de la séparation des contacts, ou celle de la première demi-onde de plus grande amplitude se produisant après cette séparation. La définition graphique de I_D est représentée par la fig. 2b, expression de la formule:

$$I_D = \sqrt{\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} i^2 \, dt}$$

Les règles en question ne précisent pas quand il faut appliquer l'une ou l'autre de ces suppositions.

En troisième lieu, il est loisible, pour différentes raisons, de désigner comme courant de rupture la valeur efficace I_r de la composante alternative seulement, cette valeur étant lue à l'instant de la disjonction des contacts de l'interrupteur ou pendant la première demi-onde de l'existence de l'arc de rupture.

Remarquons encore que le coefficient d'amortissement du courant de court-circuit dépend des caractéristiques du circuit et, en particulier, de la construction des alternateurs.

Lors d'une rupture différée, même d'une demi-seconde, la composante continue I_c sera généralement amortie encore avant l'ouverture de l'interrupteur, à tel point que les trois courants I_k, I_D et I_r définis ci-dessus auront des valeurs pratiquement identiques. Il n'y a donc de différence que tant qu'il s'agit de ruptures instantanées, dont on use volontiers au cours des essais des interrupteurs, afin de provoquer la rupture avant l'amortissement de la période transitoire, c.-à-d. tant que le courant de court-circuit reste voisin de sa valeur initiale très élevée. La constante de temps de la composante continue du courant de court-circuit est sensiblement plus faible que celle de la composante alternative et la différence entre ces constantes de temps est généralement d'autant plus grande que l'endroit du court-circuit est plus éloigné des points d'alimentation.

Pour des courts-circuits triphasés, il y a évidemment lieu de mesurer I_k et I_D sur toutes les trois phases, étant donné que l'asymétrie, et par conséquent les valeurs de I_c, sont différentes d'une phase à l'autre. On définira comme courant de rupture la moyenne arithmétique I_{km} ou I_{Dm} des trois courants.

Aperçu comparatif des prescriptions en vigueur.

Dans le tableau I sont reproduites les définitions du pouvoir de rupture, de la tension de rupture, ainsi que du courant de rupture, telles qu'elles sont données par les différents règlements.

Ces diverses définitions du pouvoir de rupture P peuvent être représentées à l'aide des formules suivantes:

Allemagne:

$$\left.\begin{aligned} P_{D1} &= I_D U_W, \text{ pour un système monophasé} \\ P_{D3} &= \sqrt{3}\, I_D U_W, \text{ pour un système triphasé} \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

Angleterre:

$$\left.\begin{aligned} P_{A1} &= I_k U \text{ pour un système monophasé} \\ P_{A3} &= \sqrt{3}\, I_k U \text{ pour un système triphasé} \\ P_{A2} &= 2\, I_k U \text{ pour un système biphasé} \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

Suisse:

$$\left.\begin{aligned} P_{S1} &= I_r U_r \text{ pour un système monophasé} \\ P_{S3} &= \sqrt{3}\, I_r U_r \text{ pour un système triphasé} \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

Ces pouvoirs de rupture s'entendent en kVA, les courants étant exprimés en A et les tensions en kV.

Bien que les „Standards of the AIEE" ne parlent pas du pouvoir de rupture (exprimé en kVA) des interrupteurs à huile, il est cependant d'usage courant aux Etats-Unis d'indiquer en kVA la puissance coupée par les interrupteurs. Pour calculer ces kVA en partant des valeurs de la tension et du courant mesurés, on se sert de formules identiques à celles appliquées en Angleterre.

La définition du courant de rupture dans les prescriptions françaises[4]) n'est pas assez précise pour qu'il soit possible d'interpréter sans ambiguïté ce que l'on doit entendre par le courant maximum que peut couper l'interrupteur sous sa tension normale. D'après le compte-rendu d'essais d'interrupteurs dans l'huile, publié en 1927 par l'Union des Syndicats de l'Electricité avec le concours du Laboratoire central d'Electricité et de la Compagnie Parisienne de Distribution d'Electricité, ce courant maximum correspondrait à l'amplitude du courant dans la première onde avant le décrochement de la courbe de tension.

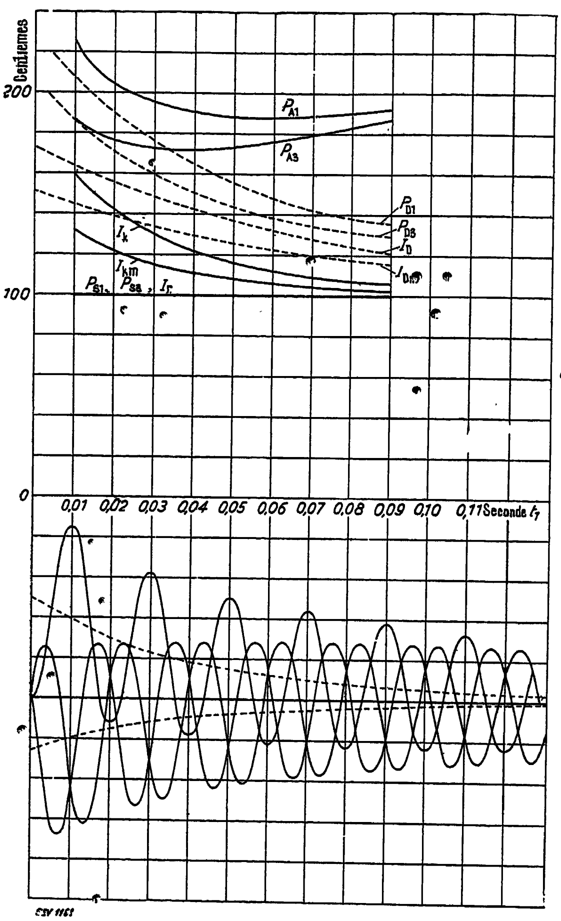


Fig. 3.
Représentation graphique des variations de l'augmentation relative des courants I_K et I_D par rapport au courant I_r, et des pouvoirs de rupture P_{A1}, P_{A3}, P_{D1}, P_{D3}, par rapport aux pouvoirs de rupture P_{S1} et P_{S3}, en fonction du retard au déclenchement t_1 lors des coupures instantanées des courants représentés par l'oscillogramme tracé sous l'axe des abscisses. L'amortissement de la tension de rupture est proportionnel à l'amortissement de la composante alternative du courant.

Le calcul du pouvoir de rupture d'un interrupteur par une méthode analytique ou expérimentale (basée sur l'expérience d'essais méthodiques) n'étant pas encore d'un usage général, on cherche de plus en plus à vérifier la capacité de rupture des interrupteurs par une épreuve directe avec des puissances de court-circuit voisines des chiffres garantis. Malgré l'intérêt considérable que présentent ces épreuves pour les exploitants, il n'arrive qu'exceptionnellement, surtout en Europe, que ces essais puissent être effectués sur des réseaux suffisamment puissants. L'ouverture de l'interrupteur est pour cette raison souvent provoquée déjà au bout de 0,01 à 0,02 s après l'enclenchement, c.-à-d. avant l'amortissement de la période transitoire.

Afin de comparer les différentes définitions, nous avons calculé les courants de rupture, ainsi que les pouvoirs de rupture suivant les diverses prescriptions en partant de l'oscillogramme représenté sur la fig. 3, et en faisant varier le temps t_1 du retard au déclenchement. Cette étude suppose une durée d'extinction des arcs, t_2, de 0,04 s et lors des courts-circuits monophasés une asymétrie complète du courant. En rapportant les chiffres obtenus à la puissance de court-circuit, calculée d'après les directives suisses qui donnent les valeurs les plus faibles, on voit que les écarts atteignent, pour l'oscillogramme considéré, 227 % d'après les prescriptions anglaises et 217 % d'après les prescriptions allemandes pour $t_1 = 0{,}01$ s, et 190 % et 135 % pour $t_1 = 0{,}09$ s. Les différences sont encore plus marquées si t_2 est supérieur à 0,04 s.

[4]) Règles de normalisation du gros appareillage électrique, arrêtées par l'Union des Syndicats de l'Electricité.

Les courbes de la fig. 3 montrent clairement que les chiffres obtenus pour le pouvoir de rupture, calculé en partant d'un même oscillogramme, sont bien différents suivant qu'ils sont établis d'après l'une ou l'autre des définitions. Ces résultats montrent en outre l'intérêt qu'il y a à chercher une formule ou une définition qui puisse réunir tous les suffrages.

Notion du travail de rupture.

L'établissement d'une définition rationnelle du pouvoir ou de la capacité de rupture se heurte à de sérieuses difficultés, qui n'ont pas été aplanies complètement jusqu'ici par l'introduction d'une notion nouvelle servant de critère. D'ailleurs, à aucune des définitions données par les formules rappelées plus haut, on ne peut appliquer le terme de „puissance" de l'interrupteur sans commettre une erreur, puisque ni la tension de service U, ni la tension U_w qui agit dans le circuit au moment de la séparation des contacts, ni la tension de rupture U_r qui réapparaît après l'extinction des arcs, n'existent aux bornes de l'interrupteur à l'instant de son ouverture et pendant toute la durée de la coupure. Les produits indiqués dans ces formules, bien qu'homogènes à une puissance, ne correspondent pas à une puissance réelle.

Examinons quelques-unes des solutions qui ont déjà été proposées.

Si l'on considère par exemple l'énergie dissipée à l'intérieur de l'interrupteur dans les arcs de rupture et donnée par l'intégrale bien connue

$$A = \int_{t=0}^{t=n\frac{T}{2}} i e_1 \, dt \text{ en joules,} \tag{4}$$

e_1 étant la chute de tension dans les arcs, en volts, T la durée d'une période du courant alternatif, en secondes, $n\frac{T}{2}$ celle de l'arc, i la valeur instantanée du courant, cette énergie est bien définie et peut être facilement mesurée à l'aide d'un wattmètre balistique ou enregistreur. Le travail de rupture A détermine la quantité de chaleur dégagée dans l'interrupteur lors d'une coupure et, par là, la contrainte que subit ce dernier; il semblerait donc qu'un classement simple et précis de ces appareils pourrait être fait en indiquant la quantité d'énergie A en joules ou en calories qu'un interrupteur doit être en mesure de supporter sans danger. Malheureusement, des inconvénients sérieux s'opposent à cette façon de procéder. L'intégrale (4) donne la quantité d'énergie A, mais n'indique pas à l'exploitant si un interrupteur, capable en soi de supporter les contraintes correspondant à cette quantité de chaleur, convient pour la tension de service et le courant de court-circuit de son réseau.

En écrivant avec B. Bauer[5])

$$A = c I_r U_r t_2 \tag{5}$$

on exprime, il est vrai, le travail de rupture en fonction de deux facteurs I_r et U_r, caractérisant un réseau; mais il reste comme inconnues la durée t_2 de l'arc et le coefficient c. Or, en examinant les résultats de recherches expérimentales, il ne semble pas qu'il soit pratiquement possible de prédéterminer t_2, la durée de l'arc, pour une tension U_r et un courant I_r à l'aide d'une seule formule. En outre, il paraît très difficile d'indiquer d'une façon suffisamment précise la grandeur du coefficient c, qui peut varier d'un système d'interrupteur à l'autre.

On ne peut donc pas établir une formule unique exprimant le travail de rupture A en fonction de I_r et U_r, indépendamment de la construction des interrupteurs. L'exploitant est donc obligé de spécifier dans sa commande les deux valeurs I_r et U_r, caractérisant son réseau, ou bien encore, en les multipliant, exiger un interrupteur d'un pouvoir de rupture déterminé pour une tension donnée.

[5]) B. Bauer: Untersuchungen an Oelschaltern. Bull. de l'A.S.E. 1915, t. VI, p. 137.

Résultats de l'enquête.

Le résultat du dépouillement des réponses reçues se résume comme suit:

QUESTION 1.

a) Définition de la «tension de rupture».

Nombre total de réponses . . . . 51.
Réponses ne touchant pas la question 16.

Sur 35 réponses qui abordent la question de la tension de rupture:

31, soit 88,5 % optent pour la définition correspondant à la valeur de U_r de la fig. 1.
3, soit 8,5 % proposent la tension de service U.
1 réponse préfère la tension induite U_w, tout en reconnaissant la valeur U_r comme étant plus juste.

Sur les 31 réponses optant pour la tension U_r

4 soulignent l'importance qu'on doit attacher à indiquer, au moment de la commande des interrupteurs, la tension de service U comme tension de rupture.
1, bien que partisan de la tension U_r, se rallierait cependant à n'importe quelle définition, pourvu qu'elle soit universellement adoptée[6]).

Les 35 réponses peuvent être groupées comme suit:

Tableau II.

	Angleterre		Danemark		Espagne		Etats-Unis		France		Russie		Roumanie		Suisse	
	Nombre	Tension	Nombre	Tension	Nombre	Tension	Nombre	Tension	Nombre	Tension	Nombre	Tension	Nombre	Tension	Nombre	Tension
Exploitants					(1)	–			12 1	U_r U					7	U_r
Constructeurs . . .							1	U	5	U_r					3	U_r
Services de recherches	1	U_r	1	U					1	U_r	1	U_w	1	U_r	1	U_r

b) Définition du «courant de rupture».

Nombre total de réponses . . . . 51.
Réponses ne touchant pas la question 17.

Sur 34 réponses qui abordent la question de l'intensité de rupture:

25, soit 73,5 % optent pour le courant de rupture I_r de la fig. 1.
5, soit 15 % optent pour le courant de rupture I_k

$$I_k = \sqrt{I_{kc}^2 + I_r^2}$$

3, soit 9 % optent pour le courant de rupture I_D
1 réponse propose comme courant de rupture la valeur moyenne de l'intensité efficace du commencement à la fin de la rupture.

Dans 3 réponses sur 17 que nous avons dû laisser de côté, on parle „de la valeur efficace de l'intensité au moment de la séparation des contacts", sans préciser comment cette valeur efficace doit être définie.

La distribution de ces 34 réponses suivant les pays est donnée par le tableau suivant:

[6]) Une remarque analogue est faite également dans une autre réponse qui ne précise pas autrement son opinion au sujet de la tension de rupture.

Tableau III.

	Angleterre		Danemark		Espagne		Etats-Unis		France		Russie		Roumanie		Suisse	
	Nombre	Courant	Nombre	Courant	Nombre	Courant	Nombre	Courant	Nombre	Courant	Nombre	Courant	Nombre	Courant	Nombre	Courant
Exploitants . .					(1)	–			11 1 1	I_r I_K I_D					6 1	I_r I_D
Constructeurs	1	I_K					1	I_K	1 1 2	I_D I_K $\frac{Id_r + I_r}{2}$ *) I					2 1	I_r I_K
Recherches . .	1	I_r	1	I_r							1	I_r	1	I_K	1	I_r

*) Où Id_r désigne la valeur efficace du courant pendant la dernière demi-onde avant l'extinction des arcs.

Ici également, deux réponses acceptent n'importe quelle définition, pourvu qu'elle rallie tous les suffrages. Toutefois, la préférence est donnée au courant de rupture I_r.

c) Définition de la «puissance» ou du «pouvoir de rupture».

Nombre total de réponses . . . . . . 51.
Réponses qui ne touchent pas la question 5 [7]).

Sur 46 réponses,

35, soit 76 % acceptent la notion du pouvoir de rupture exprimé en kVA,

5, soit 11 % s'opposent à la définition du pouvoir de rupture désigné par un nombre de kVA et trouvent que les caractéristiques telles que courant et tension de rupture doivent seules être employées pour classer les interrupteurs,

5, soit 11 % trouvent qu'il faut désigner le pouvoir de rupture par le courant et la tension de rupture,

1 opinant est d'avis que la puissance de rupture ne caractérise pas suffisamment le fonctionnement de l'interrupteur et devrait, pour cette raison, être complétée par la valeur du travail de rupture.

Parmi les réponses qui définissent plus exactement la notion du pouvoir de rupture:

18 optent pour le produit défini par la formule $I_r\ U_r$
4 » » » » » » » » $I_D\ U_r$
1 » » » » » » » » $I_K\ U_r$
1 » » » » » » » » $\sqrt{2}\,I_a\ U_r$ [8])
1 » » » » » » » » $I_D\ U_w$

quand il s'agit de court-circuit monophasé. Quant au court-circuit triphasé, 25 réponses proposent la définition résultant des formules ci-dessus multipliées par $\sqrt{3}$.

Outre l'expression *puissance* ou *pouvoir de rupture,* on propose aussi le terme de *capacité de rupture.* D'autre part, dans une réponse on parle de *puissance apparente de rupture,* dans une autre on fait la distinction entre *puissance nominale de rupture* et puissance de rupture, la puissance nominale de rupture étant égale au produit du courant efficace maximum par la tension nominale que l'interrupteur est en état de rompre dans les conditions prescrites (la tension de rupture étant posée égale à la tension nominale de l'appareil).

7) Seules les réponses qui n'abordent pas du tout la question de la puissance de rupture ont été laissées de côté. Par contre, nous avons conservé celles où il est question du pouvoir de rupture des interrupteurs exprimé en kVA, bien que souvent la manière de calculer ces kVA ne soit pas mentionnée.

8) $\sqrt{2}$ I_a désigne l'amplitude maximum du courant initial de court-circuit que l'interrupteur doit être en état de couper sans dommage pour lui.

Notons encore que 3 des réponses acceptent n'importe quelle formule déterminant la capacité de l'interrupteur, pourvu qu'elle rallie tous les suffrages.

Quant aux 5 réponses qui sont opposées à la notion de la puissance, elles se basent surtout sur des considérations d'ordre théorique et rappellent que cette puissance ne correspond pas à la réalité, étant donné que le courant et la tension de rupture qu'on indroduit dans la formule ne sont pas simultanés; en outre, ce produit ne fournit à lui seul aucune indication utile et pourrait être cause d'erreurs et de malentendus. La multiplication par $\sqrt{3}$ dans le cas de court-circuit triphasé est considérée comme absurde par une des réponses.

d) Y a-t-il intérêt à expliciter le travail de rupture?

Sur 51 réponses, 17 ne s'intéressent pas à la question. Parmi les 34 autres réponses:

25 sont d'avis qu'il n'y a pas lieu d'indiquer le travail de rupture, dont la valeur n'intéresse que le constructeur et est sans importance au point de vue de l'exploitant,

9, par contre, trouvent qu'en spécifiant le travail de rupture on aura une indication utile sur le fonctionnement de l'interrupteur.

CONCLUSIONS CONCERNANT LA QUESTION 1.

Après un examen minutieux des réponses, les rapporteurs croient pouvoir formuler les conclusions suivantes:

a) Tension de rupture.

Sur ce point, les réponses obtenues sont très concluantes, puisqu'environ 90% des opinants proposent comme tension de rupture la tension efficace U_r, rétablie immédiatement après l'extinction des arcs. Les considérations qui parlent en faveur de cette définition peuvent se résumer comme suit:

1° La définition de la tension de rupture devant autant que possible correspondre aux contraintes subies par l'interrupteur lors d'une coupure, c'est bien la tension U_r dont il faut tenir compte, puisque le réamorçage des arcs à chaque passage du courant alternatif par zéro est provoqué par cette tension même.

2° La tension de service U a généralement des valeurs sensiblement différentes de la tension U_r rétablie après la rupture du court-circuit. En particulier, cette différence peut être très importante si le court-circuit est accompagné du pompage ou du décrochage des alternateurs ou des compensateurs synchrones de phase. Il n'y a pas de rapport fixe entre la valeur de la tension de service avant le court-circuit et celle qu'elle a tout de suite après; la capacité de rupture d'un interrupteur ne saurait donc être exprimée à l'aide de cette tension, susceptible d'induire en erreur.

3° Quelques auteurs attachent de l'importance à ce que la tension de service soit introduite comme tension de rupture dans les cahiers des charges relatifs à la fourniture des interrupteurs. On tiendrait compte ainsi des conditions de service les plus défavorables et on simplifierait sensiblement les calculs à effectuer pour fixer la capacité de rupture de l'interrupteur prévu pour un endroit donné du réseau. Une installation dont toutes les parties seraient établies d'après ce principe aurait l'avantage de se prêter plus facilement aux agrandissements éventuels.

Les objections qu'on a formulées dans quelques réponses au sujet de la tension de rupture U_r, à savoir que cette quantité, d'une part, ne peut être utilisée pratiquement comme caractéristique pour une commande d'interrupteur et, d'autre part, que la détermination analytique de l'amortissement de la tension exige des calculs assez compliqués, perdent de leur signification si l'on admet le principe qui vient d'être formulé.

4⁰ La tension active U_w qui agit dans le circuit au moment de l'ouverture des contacts peut également être différente de la valeur de la tension rétablie U_r, cette différence étânt essentiellement variable et dépendant de la durée des arcs, des caractéristiques du réseau en général et des relais en particulier.

D'ailleurs, une mesure directe de la tension U_w n'étant pas possible, on est obligé, même lorsque les ruptures sont accompagnées de prises oscillographiques, d'effectuer des calculs plus au moins justifiés pour déterminer la valeur cherchée de la tension active. La définition de cette tension ne présente de ce fait que peu d'intérêt pratique.

b) Courant de rupture.

L'enquête a donné aussi un résultat positif au sujet de la définition du courant de rupture. Les trois quarts des réponses se prononcent en effet en faveur du courant de rupture défini comme étant la valeur efficace de la composante alternative I_r du courant traversant l'interrupteur à l'instant de la séparation des contacts. Cette définition est motivée par les considérations suivantes:

1⁰ La rupture des courts-circuits ne se faisant pas instantanément dans la pratique, à cause du retard dû à l'inertie de l'interrupteur et au temps exigé pour le fonctionnement des relais de la protection sélective, la composante exponentielle continue du courant de court-circuit est généralement complètement amortie avant la séparation des contacts de l'interrupteur. En faisant le calcul du courant de rupture, qui donne d'ailleurs seulement la valeur de la composante alternative, l'exploitant n'a donc pas besoin de s'occuper de la composante continue, dont la grandeur est par surcroît essentiellement variable suivant l'instant où s'établit le court-circuit. *Il est bien entendu qu'un interrupteur prévu pour un courant de rupture donné doit pouvoir fonctionner correctement quelle que soit la phase par laquelle passe le courant au moment de l'établissement du court-circuit.*

2⁰ Une question assez complexe est celle de déterminer la part de chaleur dégagée par les arcs de rupture provenant de la composante continue du courant asymétrique de court-circuit lors d'une rupture instantanée; elle peut être étudiée par les méthodes graphiques avec une approximation qui semble être suffisante pour la pratique[9]). Lorsqu'une composante continue se superpose au courant alternatif, l'énergie dissipée dans les arcs peut être sensiblement plus grande ou plus petite que l'énergie dégagée lors de la rupture d'un courant alternatif pur de même amplitude que l'onde alternative. Les écarts dépendent de la durée totale des arcs et du moment du déclenchement; ils sont particulièrement grands pour une durée d'arc se composant d'un nombre impair de demi-ondes. A priori, il ne semble pas que l'augmentation du travail de rupture puisse se produire plus souvent que sa diminution. D'autre part, si l'on détermine le courant de rupture en se servant de l'expression $I_k = \sqrt{I_c^2 + I_r^2}$, ou bien en employant la valeur efficace I_D de la demi-onde de plus grande amplitude, la valeur des rapports $\frac{I_k}{I_r}$ et $\frac{I_D}{I_r}$ dépasserait de beaucoup l'augmentation relative du travail de rupture, due à l'influence de la composante exponentielle I_c.

3⁰ Si le courant de court-circuit possède pendant la rupture une forte composante continue, son passage par zéro se produit au moment où la tension induite à une valeur relativement faible; dans certains cas, cette tension peut même être égale à zéro, l'extinction de l'arc est de ce fait facilitée et les contraintes subies par l'interrupteur sont réduites en conséquence. En tenant compte du courant continu I_c, on obtiendrait cependant des valeurs du courant de rupture I_k ou I_D supérieures au courant I_r.

9) Voir Dr. J. Kopeliovitch: Ueber die Notwendigkeit einer einheitlichen internat. Definition der Abschaltleistung von Oelschaltern. Bull. A.S.E. 1928, 7 mai, t. XIX pp. 277–291. Le même article en français RGE 1928, No. 17, p. 625–637.

4⁰ A première vue, il semblerait plus logique de définir le courant de rupture par la valeur moyenne arithmétique du courant alternatif au début et à la fin de la rupture. Si, toutefois, on tient compte du fait que la plus grande partie de la chaleur dégagée par les arcs se produit vers la fin de la coupure, on voit que, dans cette définition du courant de rupture, il y aurait également une part d'arbitraire. En outre, le calcul analytique du courant de court-circuit pour un point du réseau ne donne que la valeur efficace de la composante alternative au début, cette valeur à la fin de la rupture étant en outre fonction de la résistance des arcs.

5⁰ Il est difficile de déterminer par voie analytique la loi assez complexe de l'amortissement du courant de court-circuit. Pour calculer le courant de rupture en partant du courant initial de court-circuit, on pourra se servir de courbes se basant sur des expériences faites dans ce but.

c) Puissance de rupture.

La définition de la capacité de rupture d'un interrupteur comme étant le produit du courant de rupture par la tension de rupture, homogène en soi à une puissance, et exprimé par un nombre de kVA, a réuni 76 % d'obtants. La plupart sont d'accord d'accepter la formule $I_r\ U_r$ en monophasé, $\sqrt{3}\, I_r\ U_r$ ($U_r = \sqrt{3}\, U_{ph,\,r}$) en triphasé et $2\ I_r\ U_r$ en biphasé.

Bien que la notion de la puissance ou du pouvoir de rupture ne soit pas indispensable, elle s'est introduite dans l'usage général de la plupart des pays et a été formulée dans plusieurs règlements. Elle ne présente, en effet, aucune ambiguïté et ne peut donner lieu à aucun malentendu si l'on a soin de préciser que le chiffre de kVA indiqué se rapporte à une tension de rupture et à un système de courant (mono-, bi- ou triphasé) déterminé.

Quant à la multiplication par $\sqrt{3}$ du produit $I_r\ U_r$ dans un réseau triphasé, il y a lieu de noter que la tension de réamorçage peut théoriquement atteindre la valeur de 1,5 fois la tension de phase. En indiquant le pouvoir de rupture de l'interrupteur en système triphasé, le constructeur doit tenir compte de ce phénomène: Pour obtenir la puissance apparente rompue par un interrupteur en court-circuit triphasé, il faudrait donc multiplier le produit $I_r \cdot U_{ph,\,r} = I_r \cdot \frac{U_r}{\sqrt{3}}$, non pas par 3, mais par $1{,}5 \cdot 3 = 4{,}5$. Par $U_{ph,\,r}$ on entend la valeur de la tension étoilée de rupture. Remarquons toutefois que dans une même installation, avec *la même puissance de machines,* mais en connectant le point de court-circuit au point neutre du système, on réduit la tension de réamorçage à la valeur de la tension de phase, de sorte que le pouvoir de rupture est donné dans ces conditions par le produit: $3\ I_r\ U_{ph,\,r} = \sqrt{3}\, I_r\ U_r$. L'écart entre les deux valeurs étant un facteur constant, il n'y a aucun inconvénient à désigner *par convention* comme puissance de court-circuit du réseau considéré le produit $\sqrt{3}\, I_r\ U_r$, tout en notant que généralement la tension de réamorçage atteint par pôle d'interrupteur la valeur de $1{,}5\ U_{ph,\,r}$. De cette façon, on aura l'avantage de pouvoir conserver le facteur $\sqrt{3}$ pour le système triphasé, de sorte que les 3 formules $I_r\ U_r$ en monophasé, $2\ I_r\ U_r$ en biphasé et $\sqrt{3} \cdot I_r\ U_r$ en triphasé gardent la forme usuelle des expressions donnant la puissance dans les trois systèmes de courant considérés.

De ce qui précède, il ressort que l'indication du pouvoir de rupture ne peut être suffisante que si elle est complétée par celle de la tension correspondante. Dans ces conditions, qu'il s'agisse de l'indication du courant et de la tension de rupture, ou bien de celle du pouvoir et de la tension de rupture, il suffira d'une simple opération de règle à calcul pour déduire dans les deux cas le troisième facteur.

Les deux manières de spécifier la capacité de l'interrupteur sont à ce point de vue tout à fait équivalentes, de sorte que la question de savoir s'il convient d'exprimer le pouvoir de rupture en kVA ou en ampères et volts ne présente pas d'importance pratique (voir annexe).

d) Travail de rupture.

La majorité des participants est d'avis de ne pas expliciter le travail de rupture. Les considérations qui conduisent à cette conclusion se trouvent implicitement comprises dans ce qui a été développé plus haut.

Annexe.

Si la notion du pouvoir de rupture s'est introduite dans la pratique, c'est peut-être parce que le calcul approché de la puissance de court-circuit triphasé se simplifie sensiblement quand il s'agit de cas fréquents dans les exploitations dont nous donnons ci-après quelques exemples.

Supposons qu'il s'agisse du choix des interrupteurs à placer sur le circuit secondaire de transformateurs-abaisseurs branchés sur un grand réseau ramifié. On peut négliger dans ce cas en première approximation l'impédance du réseau et appliquer pour la puissance P de court-circuit la formule:

$$P = \left(\frac{100}{\varepsilon_1} \cdot N_1 + \frac{100}{\varepsilon_2} N_2 + \ldots\ldots + \frac{100}{\varepsilon_n} N_n\right) \text{kVA} \qquad (1)$$

où N_n est la puissance en kVA et ε_n la réactance de court-circuit en % des transformateurs connectés en parallèle.

Il en est de même pour les interrupteurs des départs d'une centrale importante, protégés par des bobines de réactance; la puissance de court-circuit est donnée par:

$$P = \frac{100}{\varepsilon} \cdot N \quad \text{kVA} \qquad (2)$$

N désignant la puissance transmise par la bobine en kVA et ε sa réactance en % de cette puissance.

La dernière formule peut être employée pour le choix des interrupteurs des alternateurs d'une usine génératrice comportant un grand nombre de groupes branchés sur un même système de barres, protégés chacun par une bobine de réactance prévue pour la puissance du groupe et insérée entre les barres collectrices et l'interrupteur.

Si un abonné est connecté à un réseau très puissant à très haute tension au moyen d'un transformateur de puissance nominale N_1 (réactance de court-circuit ε_1 %), d'un feeder de tension intermédiaire et de réactance ε_f en % rapporté à N_1, et enfin d'un second transformateur abaisseur de puissance N_2 et de réactance ε_2 %, on peut calculer la puissance de court-circuit chez l'abonné en appliquant la formule:

$$P = \frac{100 \cdot N_1}{\varepsilon_1 + \varepsilon_f + \varepsilon_2 \cdot \dfrac{N_1}{N_2}} \quad \text{kVA} \qquad (3)$$

sans s'occuper ni de la tension au départ, ni de celle de la ligne, ni de la tension d'arrivée non plus.

Ces formules s'appliquent évidemment aussi aux calculs de courants de court-circuit, si l'on substitue le courant nominal I_n à la puissance nominale N. Il faut tenir compte pour l'évaluation de I_n du rapport de transformation, c.a.d. de la tension considérée. Ce calcul rapide rendra des services quand il ne s'agit que d'élaborer approximativement un avant-projet prévu pour le transport d'une puissance déterminée.

QUESTION 2.

Nombre de fermetures et d'ouvertures successives sur court-circuit.

Nous suivrons l'usage américain en désignant les opérations consécutives par des lettres, dont chacune indique la position de l'interrupteur. Ainsi la lettre:

O = open = ouvert, exprime que l'interrupteur est ouvert, la lettre
C = closed = (en circuit) qu'il est enclenché; la combinaison
OCO signifie par exemple l'enclenchement sur court-circuit, suivi immédiatement d'un déclenchement.

Le résultat du dépouillement est consigné dans le tableau ci-dessous.

Tableau IV.

No.	Nombre d'opérations	Optants	Exploitants	Constructeurs	Recherches	Pays: France	Pays: Suisse	Pays: Autres pays
1	*(CO)* – 1′ – *(OCO)* – 1′ – *(OCO)*	15	12	3		6	8	Espagne
2	*(CO)* – 2′ – *(OCO)* – 2′ – *(OCO)*	3	3			3		
3	*(CO)* – 3′ – *(OCO)* – 3′ – *(OCO)*	3	2	1		1	2	
4	*(CO)* – 3′ – *(OCO)* – 7′ – *(OCO)* . . .	1	1				1	
5	*(OCO)* – 10″ – *(OCO)* – 10″ – *(OCO)* . . .	1	1			1		
6	*(OCO)* – 30″ – *(OCO)* – 30″ – *(OCO)* . .	2	2			2		
7	*(OCO)* – 1′ – *(OCO)* – 1′ – *(OCO)*	1	1			1		
8	*(OCO)* – 2′ – *(OCO)* – 2′ – *(OCO)* . . .	1	1			1		
9	*(OCO)* – 3′ – *(OCO)* – 3′ – *(OCO)* . . .	3	3			3		
10	*(OCO)* – 2 ÷ 5′ – *(OCO)* – 2 ÷ 5′ – *(OCO)*	1			1	1		
11	*(OCO)* – *(OCO)* – *(OCO)* – *(OCO)*	1		1		1		
12	*CO* – 2′ – *(OCO)* – 2′ – *(OCO)* – 2′ – *(OCO)*	1			1			Roum.
13	6 à 10 × *(OCO)* à 30″	1	1			1		
14	*CO*	2	1		1	2		
15	*(OCO)* – 2′ – *(OCO)*	7		4	3	1	1	Am. G. B. Danem. Russie
	Total	43	28	9	6	24	12	6

Sur un total de 51 réponses, 43 expriment leur avis sur le nombre de fermetures et d'ouvertures successives sur court-circuit:

28, soit 65 % proviennent d'exploitants,
9, „ 21 % „ de constructeurs,
6, „ 14 % „ de personnes attachées à des services de recherches.

Il est intéressant de noter que le cycle comportant une rupture suivie de deux fermetures-ouvertures à intervalle d'une minute, trouve le plus de partisans parmi les exploitants. Par contre, le cycle correspondant aux règles américaines et comportant deux fermetures-ouvertures à intervalle de deux minutes n'a aucun partisan parmi les exploitants qui ont répondu au questionnaire.

CONCLUSIONS CONCERNANT LA QUESTION 2.

Les avis sont partagés quant au nombre de ruptures successives et à l'intervalle de temps à prévoir entre ces ouvertures: les uns, moins confiants en la technique moderne des interrupteurs, se contentent d'un appareil qui est en état de rompre un seul court-circuit; les autres, en se basant probablement sur des conditions de service moins favorables, demandent jusqu'à 4, voire même 6 à 10 ruptures consécutives, à des intervalles de temps de 30″ seulement. Sur un point pourtant tout le monde paraît d'accord, c'est qu'il n'y a pas lieu de faire une différence entre les interrupteurs à très haute tension et ceux à très grande intensité.

Comme il est logique d'admettre que ce sont les réponses des exploitants à la question 2 de l'enquête qui doivent être prises avant tout en considération, et que le plus grand nombre de ceux-ci sont partisans du cycle *(CO)* 1′ *(OCO)* 1′

(OCO), il est tout indiqué de proposer cette épreuve comme celle à faire subir à l'interrupteur et à laquelle il devra résister sans qu'il soit nécessaire de procéder à une révision.

QUESTION 3.

Les résistances de choc.

Les *résistances de protection* (appelées aussi *résistances de choc)* ont pour but, d'une part, la réduction à des valeurs non dangereuses des surtensions qui se produisent par la disjonction des transformateurs et des lignes à vide, d'autre part, la limitation des à-coups de courant au moment de l'enclenchement des transformateurs ou des moteurs asynchrones.

Les résistances en question ne doivent pas être confondues avec les *résistances d'extinction* (à faible valeur ohmique) qui influencent le travail de rupture. A cause de leur petite valeur ohmique, les résistances d'extinction n'influent que peu sur les surtensions et doivent être considérées, d'après leur effet, comme partie intégrante de l'interrupteur.

Cette question 3 a donné lieu à 45 réponses, dont 30 d'exploitants qui sont naturellement les plus intéressantes:

21 réponses (70 %) proviennent d'entreprises ayant utilisé des interrupteurs avec résistances de choc et qui ont été satisfaites des résultats obtenus. D'un autre côté:

2 exploitants seulement font part d'expériences malheureuses avec des résistances de choc dans les interrupteurs de gros moteurs asynchrones, de transformateurs et de câbles; ils en déconseillent franchement l'emploi.

7 autres exploitants n'ont pas employé d'interrupteurs avec résistances de choc et n'émettent pas d'avis à ce sujet.

Parmi les 21 exploitants qui emploient des résistances de choc, la majorité, c. à. d. 13 d'entre eux (62 %) les utilisent seulement pour l'enclenchement des transformateurs, 6 (29 %) pour celui des transformateurs et des lignes, et 2 (9 %) uniquement pour l'enclenchement des lignes. L'un d'eux les employait autrefois également pour les transformateurs, mais y a renoncé par suite des perturbations dues à la nature des résistances, constituées par un matériel peu approprié (bâtons de silite). Un autre exploitant, par contre, n'emploie plus aujourd'hui de résistances de choc que pour les transformateurs, ayant fait l'expérience que ces résistances, placées dans les interrupteurs de lignes, étaient détériorées par les disjonctions violentes. Dans sa réponse, il insiste sur le fait que les résistances qu'il utilise encore pour les transformateurs sont mises hors-circuit après l'enclenchement et n'interviennent pas pour la disjonction.

Un exploitant possède des interrupteurs avec résistances de choc en service depuis 15 ans environ. Il paraît en être satisfait, mais n'a pas constaté de différence dans les résultats obtenus, soit avec ces interrupteurs, soit avec d'autres non munis de résistances.

A deux reprises on paraît avoir confondu quelque peu l'effet des coupures multiples avec celui des résistances de choc.

Parmi les 8 constructeurs d'appareillage électrique qui ont répondu au questionnaire, 5 déconseillent franchement l'emploi des résistances des choc parce qu'elles compliquent la construction des interrupteurs et peuvent causer de graves accidents, et les 3 autres restent neutres.

Il est intéressant de noter qu'aucun constructeur n'a pris parti pour les résistances.

Le dernier groupe de 7 réponses, émanant d'ingénieurs chargés de services de recherches, comprend:

3 avis déconseillant nettement l'emploi des résistances,

1 avis ne mentionnant que des expériences favorables avec des interrupteurs de ligne et de transformateurs munis de résistances de choc,

1 avis qui, tout en estimant que l'on peut s'en dispenser, reconnaît que l'on possède aujourd'hui pour les résistances de choc des constructions satisfaisantes,
2 ingénieurs ne se prononcent pas parce qu'ils n'ont pas employé de résistances jusqu'ici.

Avant de tirer une conclusion, il y a lieu d'ajouter que deux sociétés d'exploitation, qui avaient utilisé des résistances de choc, les ont enlevées complètement et qu'une société ne les emploie plus que pour les lignes à très haute tension. D'autre part, il est intéressant de constater qu'aucune des réponses présentées ne fait allusion au cas où des exploitants qui, à l'origine, n'avaient pas de résistances de choc dans leurs interrupteurs, auraient été obligés d'en placer plus tard.

CONCLUSIONS CONCERNANT LA QUESTION 3.

La seule conclusion permise semble donc être la suivante: Au lieu d'utiliser des résistances de choc, il est préférable de renforcer les enroulements des transformateurs, etc., de manière que les à-coups de courant d'enclenchement, et notamment les surtensions à la disjonction, ne puissent pas les endommager.

QUESTION 4.

Temporisation des relais.

On sait que les différents systèmes de protection sélective des réseaux contre les effets de courts-circuits ou d'autres phénomènes anormaux se révélant en cours d'exploitation emploient des relais automatiques, fonctionnant suivant des principes très variés. On peut classer ces appareils en six groupes principaux:

1⁰ relais sélectifs à maximum et à temps-limite constant,
2⁰ relais sélectifs à maximum et à temps-limite inverse,
3⁰ relais basés sur le déséquilibrage (des courants, des tensions ou des puissances),
4⁰ relais d'impédance ou de distance (basés ou non sur le déséquilibrage),
5⁰ relais de chute de tension,
6⁰ relais différentiels, avec ou sans fils-pilotes.

Les relais appartenant aux groupes 1 à 5 doivent très souvent être combinés avec des relais wattmétriques à retour de puissance, si la caractéristique inhérente à ces derniers ne peut pas être obtenue par d'autres moyens.

Une protection est sélective si toute perturbation sur un tronçon de ligne, menaçant la continuité de service du réseau et la sécurité d'exploitation, est suivie aussi rapidement que possible d'une mise hors service du tronçon endommagé. A cet effet, les deux interrupteurs [10]) encadrant ce dernier doivent être déclenchés avant tous les autres insérés en cascade dans le même circuit. Pour atteindre ce but, on doit généralement disposer les relais de telle façon que, quelle que soit la position de la partie défectueuse, le déclenchement de tous les interrupteurs se produise, avec des *retards croissant par échelons à mesure qu'on s'éloigne du lieu de la perturbation* et qu'on se rapproche des points d'alimentation. Dans le cas le plus général d'un réseau bouclé à mailles serrées, la position des points d'alimentation peut varier d'un moment à l'autre suivant les disponibilités des centrales interconnectées.

Sans entrer ici dans les détails de la question, il est utile de rappeler cependant qu'au moyen des relais des trois premiers groupes combinés avec des relais wattmétriques, on peut résoudre sans ambiguïté le problème de la protection sélective des réseaux ouverts avec lignes simples et doubles, des réseaux bouclés avec un point d'alimentation, ainsi que des lignes simples de liaison entre deux centrales.

Pour tout problème sortant de ce cadre et se présentant le plus souvent dans les grandes installations modernes, il faut avoir recours aux relais des groupes

[10]) Dans le cas d'un réseau ouvert sans ligne double et ayant un seul point d'alimentation, un seul interrupteur, le plus proche de l'endroit endommagé, devra être déclenché.

4 à 6 qui répondent à un plus grand nombre d'exigences. Il a été mentionné déjà que, dans le cas d'une perturbation, il est désirable d'éliminer la ligne défectueuse aussi vite que possible afin de limiter les dégâts causés par l'arc ou bien dus à une chute de tension incompatible avec la stabilité du réseau.

Les valeurs des retards donnés aux relais différés peuvent toutefois être déterminées en partant d'un autre point de vue.

Par l'emploi de ces relais, il est possible en effet de réduire, dans une large mesure la puissance et le travail de rupture des interrupteurs, puisque le facteur d'amortissement qui régit l'allure du courant et de la tension induite au moment d'un court-circuit intervient au carré dans l'expression de la puissance. A l'avantage économique de la diminution de la capacité de rupture des interrupteurs, il y a lieu cependant d'opposer la réduction de la sécurité de service et le danger que présente alors toute coupure prématurée.

Les 47 réponses à cette question 4 peuvent être classées d'après les points de vue suivants:

a) temporisation des relais en vue de diminuer le travail de rupture des interrupteurs;

b) temporisation des relais dans le seul but d'obtenir une protection sélective.

a) Temporisation des relais en vue de diminuer le travail de rupture des interrupteurs.

6 réponses (13%) sont favorables à l'emploi des relais temporisés pour obtenir une réduction du travail de rupture des interrupteurs. Ces réponses se groupent comme suit (voir les colonnes désignées par *a* dans le tableau V).

Tableau V.

	Angleterre			Danemark			Espagne			Etats-Unis			France			Russie			Roumanie			Suisse		
	t	*a*	*b*	*t*	*a*	*b*	*t*	*a*	*b*	*t*	*a*	*b*	*t*	*a*	*b*	*t*	*a*	*b*	*t*	*a*	*b*	*t*	*a*	*b*
Exploitants . . .							1	—	1				20	1	19							10	2	8
Constructeurs. .										1	—	1	4	1	3							3	1	2
Recherches . .	2	—	2	1	1	—							2	—	2	1	—	1	1	—	1	1	—	1
Total	2	—	2	1	1	—	1	—	1	1	—	1	26	2	24	1	—	1	1	—	1	14	3	11

t = nombre total des réponses,
a = réponses favorables à la temporisation en vue de diminuer le travail de rupture des interrupteurs,
b = réponses favorables à la temporisation pour la protection sélective.

Parmi ces 6 réponses, un constructeur et un exploitant conseillent tous deux de prévoir une temporisation des relais, mais en choisissant quand même les interrupteurs pour la puissance initiale de rupture. Un constructeur compte obtenir en même temps la protection des interrupteurs et la sélection. Les 3 dernières réponses (6 %) estiment que la temporisation des relais ne doit tendre qu'à la réduction du travail de rupture des interrupteurs.

Les temporisations minima préconisées sont de l'ordre de grandeur de 1, 2 jusqu'à 3 secondes.

b) Temporisation des relais pour la protection sélective du réseau.

41 réponses (87 %) émettent l'avis que la temporisation des relais doit viser avant tout à la protection sélective du réseau. Les chiffres figurant dans les colonnes *b* du tableau V montrent la répartition de ces réponses.

Il est remarquable que, sur les 41 réponses reçues, 16 (39 %) émettent l'avis que la disjonction doit être rapide, si possible instantanée. Il est intéressant de noter que toutes les réponses provenant d'Amérique, d'Angleterre, d'Espagne et de Russie proposent des temporisations très courtes, et que la moitié des exploitants français partagent cette opinion.

Les réponses se répartissent comme suit, selon les deux points de vue rappelés ci-dessus et les 3 catégories de participants à l'enquête (exploitants, constructeurs, services de recherches):

Temporisation des relais selon les points de vue:		a	b
sur un total de	31 exploitants	3 : 9,5 %	28 : 90,5 %
	8 constructeurs	2 : 25 %	6 : 75 %
	8 services de recherches .	1 : 12,5 %	7 : 87,5 %
	47	6	41

Il résulte en particulier de l'enquête que les exploitants des réseaux étendus et de fortes puissances sont tous, à une seule exception près, partisans de la temporisation en vue de la protection sélective.

CONCLUSIONS CONCERNANT LA QUESTION 4.

Ainsi que nous l'avons vu plus haut, 6 participants seulement à l'enquête estiment que la temporisation des relais doit avoir pour but la réduction du travail de rupture des interrupteurs; 2 d'entre eux font toutefois remarquer qu'un danger subsiste: c'est le cas, par exemple, lorsqu'un arc causé par des surtensions s'amorce entre phases en aval de l'interrupteur, au moment de l'ouverture de ce dernier. L'interrupteur, dont les contacts se sont déjà séparés, doit alors couper le courant de court-circuit initial. C'est pour cette raison qu'il y a lieu de tenir compte du courant initial pour dimensionner les interrupteurs.

Quelques exploitants tiennent compte du retard propre à l'interrupteur, c. à. d. de celui dû au fonctionnement des bobines de déclenchement et du mécanisme, pour l'évaluation de la puissance de rupture des interrupteurs. Comme nous l'avons vu plus haut, l'interrupteur peut être exposé dans certains cas à couper la puissance initiale. D'autre part, l'amortissement du courant de court-circuit est très différent suivant les types d'alternateurs (machines à grand ou à petit nombre de tours). La réduction de la valeur initiale et l'amortissement dus aux impédances du réseau peuvent être différents selon l'emplacement de l'interrupteur dans ce réseau.

Si, dans la détermination de la capacité de rupture, on désire réduire la puissance initiale de court-circuit dans une certaine mesure en tenant compte du retard propre des interrupteurs, il faudra choisir le facteur de réduction selon les caractéristiques du réseau à l'endroit considéré.

La protection sélective moderne exige, comme on l'a dit plus haut, une disjonction de la ligne défectueuse aussi rapide que possible, voire même instantanée. Si cette condition doit être remplie, il faut tenir compte de l'augmentation de la contrainte des interrupteurs qui en résulte. Cette tendance se trouve donc être en opposition avec le principe exposé ci-dessus.

Dans les réseaux dont la puissance de court-circuit est relativement faible, on n'aura généralement pas de difficulté à trouver des disjoncteurs correspondant aux conditions imposées. Il en sera sans doute de même dans les réseaux munis de bobines de réactance, car au moyen de ces dernières il est possible de limiter la contrainte des interrupteurs.

Les dispositifs servant à la réduction de l'excitation des alternateurs (régulateurs limiteurs de courant) ne peuvent pas influencer la valeur de la puissance initiale de court-circuit; leur emploi permet cependant de diminuer la contrainte des interrupteurs, si ceux-ci sont déclenchés avec un retard suffisant.

La question de la protection sélective est particulièrement importante pour les réseaux ramifiés à alimentation multiple.

L'interconnexion des centrales et des réseaux qui tend à se généraliser, augmente considérablement la puissance de court-circuit aux différents points des réseaux. D'autre part, la protection par relais à maximum et temps-limite constant a dû faire place à une protection réalisant une sélection plus générale et plus effective. Ce

besoin s'est fait sentir puisque les relais à maximum, comme on l'a vu plus haut, ne permettent de réaliser tout au plus que la protection sélective des réseaux bouclés alimentés en un seul point. On obtient dans ces cas et avec ces relais la sélection en échelonnant le temps de déclenchement en sens inverse de l'éloignement du point d'alimentation et en donnant aux relais d'un poste de couplage quelconque des retards fixes et parfaitement déterminés, quel que soit l'endroit de la perturbation.

Généralement, les interrupteurs des postes les plus proches des points d'alimentation, c'est-à-dire ceux qui sont exposés aux contraintes les plus élevées, ont aussi les retards de déclenchement les plus grands, de sorte que la puissance de court-circuit au moment de la rupture est déjà fortemement amortie.

La protection sélective moderne présente par contre des caractéristiques toutes différentes. La temporisation des relais se fait automatiquement, en fonction de l'endroit de la perturbation, et de telle façon que les interrupteurs encadrant le tronçon avarié déclenchent rapidement. Par conséquent, les interrupteurs situés près des points d'alimentation peuvent également déclencher avec un retard très réduit et avoir à couper une puissance de court-circuit voisine de la valeur initiale.

La littérature technique nous apprend que cette tendence se manifeste surtout aux Etats-Unis, où les exploitants s'efforcent de couper les courts-circuits aussi rapidement que possible pour éviter le décrochage des machines ou de centrales entières, pour raccourcir la période de chute de tension et de fréquence, pour réduire enfin les effets destructifs des arcs et les effets thermiques des courants de court-circuit dans les enroulements, câbles et appareils. La question de la continuité et de la stabilité du service assuré par plusieurs centrales représente à elle seule tout un problème.

Le temps t, s'écoulant depuis le moment de l'établissement d'un court-circuit jusqu'à son interruption, se compose en général de plusieurs parties et peut s'exprimer par la formule:

$$t = (t_0 + t_1 + t_2) + (t_3 + t_4)$$

où

t_0 = retard propre au relais,
t_1 = temps additionnel fixe du relais, indépendant de l'endroit du court-circuit,
t_2 = temps d'échelonnement ou de gradation,
$(t_0 + t_1 + t_2)$ = retard au déclenchement causé *par le relais*,
t_3 = retard propre à l'interrupteur,
t_4 = durée de l'arc dans l'interrupteur,
$(t_3 + t_4)$ = retard au déclenchement dû à *l'interrupteur même*.

Le temps additionnel t_1 est le retard minimum que l'on fixe sur certains relais pour éviter un déclenchement instantané des courts-circuits rapprochés. D'une part, on a intérêt à le réduire le plus possible, d'autre part, en procédant ainsi, on augmente naturellement la contrainte des interrupteurs.

Le temps t_2 d'échelonnement ne peut pas être réduit au-delà de certaines limites, imposées par la dispersion des relais mêmes, par les erreurs dues aux inexactitudes ou fautes des rapports de transformation des transformateurs de mesure, etc. Si par exemple le temps d'échelonnement des relais d'une même ligne, appartenant à deux postes consécutifs en cascade, est trop petit et si, en outre, cet échelonnement est une fonction de la distance entre ces deux stations, distance qui peut être très faible, le retard propre aux interrupteurs pourrait causer des déclenchements intempestifs.

Pour augmenter la sélectivité du système de protection, on cherchera donc à réduire le retard propre t_3 des interrupteurs et tout spécialement de ceux à très haute tension, ce qui peut être obtenu dans une certaine mesure par une construction appropriée. Il en est de même de la durée de l'arc t_4, dont l'importance au point de vue de la protection sélective est toutefois d'ordre secondaire.

Le problème de la protection sélective des réseaux bouclés est déjà suffisamment complexe pour qu'on n'ait pas intérêt à le compliquer en faisant intervenir encore celui de la réduction du travail de rupture des interrupteurs.

Les *CONCLUSIONS* qui précèdent peuvent *se RÉSUMER* dans les deux formules suivantes:

1⁰ La temporisation des relais est avant tout une question de protection sélective des réseaux; elle ne devrait donc pas être prévue dans le but de réduire la contrainte des interrupteurs.

2⁰ Pour faciliter la protection sélective des réseaux, il faut en premier lieu réduire le plus possible le retard des relais et surtout le retard propre des interrupteurs.

QUESTION 5.

Influence du point neutre, isolé ou non, sur la tenue de l'interrupteur.

Il était à prévoir que le nombre des réponses concluantes à cette question serait faible, car peu nombreux sont aussi les exploitants qui ont eu la possibilité de comparer un même réseau dans des conditions différentes, quant au point neutre.

Sur les 51 dossiers de réponses:

40 ne s'expriment pas sur cette question.

5 exploitants, par contre, concluent nettement que la mise du neutre à la terre n'a aucune influence sur la tenue des interrupteurs; 2 d'entre eux ont pu comparer leur réseau pendant une période d'exploitation avec neutre isolé et une autre avec le neutre à la terre au moyen d'une inductance; 2 autres exploitants ont fait la comparaison entre leur réseau isolé, puis celui-ci ayant son neutre à la terre au moyen d'une faible résistance; le 5ème exploitant fait une comparaison analogue, mais le neutre étant à la terre au moyen d'une forte résistance.

5 réponses, dont 4 proviennent de constructeurs et 1 d'un service de recherches, estiment que l'on ne peut attendre un allègement du travail de coupure d'un interrupteur du fait que le neutre du réseau est à la terre.

1 exploitant d'un réseau avec neutre à la terre par l'intermédiaire d'une forte résistance limitant le courant de terre, a constaté que les déclenchements commandés par un relai dans le circuit du neutre étaient beaucoup moins violents que les déclenchements commandés par relais à maxima, ce qui est en soi bien compréhensible.

CONCLUSIONS CONCERNANT LA QUESTION 5.

Si l'on tient compte, d'une part, qu'aucune réponse n'exprime que le point neutre à la terre ait une influence nuisible sur la tenue des interrupteurs et que, d'autre part, 5 exploitants ont constaté, par comparaison pratique, qu'il n'y avait aucune différence dans la tenue des interrupteurs si le point neutre est isolé ou mis à la terre, soit directement, soit au moyen d'une résistance ou d'une inductance, il semble bien que l'état du neutre d'un réseau, isolé ou non, n'ait pas d'influence sur la tenue des interrupteurs.

QUESTION 6.

Des matériaux isolants pour la construction des interrupteurs.

Sur les 51 dossiers reçus, 32 s'expriment sur cette question d'ordre très secondaire. La statistique de ces réponses ne permet pas de tirer des conclusions précises sur la valeur comparée de la porcelaine, du bois ou de la bakélite comme isolant, car la plupart des réponses, pronant tel ou tel matériel isolant, n'indiquent

pas pour quel type d'interrupteur ce matériel a été employé. Aussi une comparaison des différents isolants dans des conditions similaires n'est-elle pas possible.

L'analyse des réponses reçues, classées par catégories de matériel, peut se résumer comme suit:

La porcelaine. — Cet isolant conserve encore beaucoup de partisans, mais seulement parmi ceux qui l'emploient pour des constructions d'interrupteurs de faibles masses mobiles et pour moyenne tension.

La porcelaine semble par contre être complètement abandonnée pour la construction des gros interrupteurs à très haute tension, à cause de son poids, de sa fragilité et des aléas que présentent les scellements.

Un avantage certain de la porcelaine est qu'elle présente beaucoup moins de prise aux arcs par cheminement que le bois ou la bakélite.

Le bois. — Cet isolant, dont l'emploi est plus récent que celui de la bakélite dans la construction des interrupteurs, est considéré par de grandes maisons de construction comme la matière la plus propice, à condition que le bois soit séché et imprégné de façon judicieuse. Les constructeurs employant le bois comme isolant paraissent posséder chacun un système d'imprégnation qui lui est propre.

Certains constructeurs et quelques exploitants craignent l'emploi du bois parce que, mal imprégné, il serait hygroscopique et tendrait à se fendre ou à se tordre. Les exploitants ayant fait de telles expériences reconnaissent qu'il ne s'agissait pas de très récentes constructions.

La bakélite ou produits similaires. — L'emploi de ces matières isolantes a pris un développement considérable. Il permet des équipements mobiles légers et facilite ainsi la construction des interrupteurs de grandes masses. La bakélite est toutefois très critiquée. Un grand nombre de réponses signalent son défaut principal qui est l'inconstance de la qualité d'une livraison à l'autre, d'où la nécessité d'un contrôle très sévère du matériel avant son emploi.

Les auteurs de 4 réponses recommandent, d'après des expériences faites personnellement, de ne pas employer de pièces isolantes placées horizontalement, par suite du danger qu'offrent les dépôts de particules carbonisées (de l'huile) et de l'eau provenant de la décomposition de l'huile. Ces dépôts peuvent rendre la surface horizontale suffisamment conductrice pour provoquer les perturbations les plus graves.

CONCLUSIONS CONCERNANT LA QUESTION 6.

On en est en droit d'admettre que tous les matériaux isolants usuels peuvent être employés, chacun dans la limite de ses propriétés spéciales.

Quelques suggestions inspirées par les résultats de l'enquête.

En résumant les conclusions tirées des différentes parties de l'enquête, les rapporteurs ont formulé quelques suggestions et définitions, espérant qu'une discussion générale, à Paris, permettrait de compléter et de modifier cette première ébauche, de manière à apporter une contribution utile à la solution du proplème du choix des interrupteurs dans l'huile, en vue de provoquer une entente internationale sur les plus importantes des questions traitées.

§ 1, ad. 1*a*. *Tension de rupture ou de réamorçage.*

La tension de rupture est définie par la valeur efficace de la tension qui se rétablit en amont du disjoncteur immédiatement après la rupture des arcs sur toutes les phases.

Remarque 1: Tout interrupteur doit pouvoir supporter une tension de rupture égale à sa tension nominale.

Remarque 2: En général, lors de déclenchements différés, la tension de rupture est sensiblement inférieure à la tension de service; aux déclenchements

instantanés, la différence entre ces deux tensions est moins grande, sans toutefois être négligeable. Lorsqu'une coupure instantanée dans un circuit à réactance élevée entraîne la suppression de la charge ou d'une partie importante de cette charge, la tension de rupture peut théoriquement atteindre des valeurs supérieures à la tension de service. On ne tiendra pas compte des surtensions instantanées.

Remarque 3: Une élévation de la tension de rupture au-delà de la valeur calculée peut se produire lors d'une fausse manœuvre, au moment d'une mise en parallèle de deux réseaux. Dans le cas le plus défavorable, où deux sources d'énergie de même puissance sont enclenchées en opposition de phase, le courant qui prend naissance a la même valeur que lors du court-circuit sur l'une des parties seulement; la tension de rupture, et par conséquent aussi la puissance de rupture aux bornes de l'interrupteur qui déclenche en premier lieu, atteignent cependant la valeur double.

Remarque 4: Pour déterminer la tension de rupture en partant de l'oscillogramme d'une coupure, on tracera les courbes-enveloppes de la sinusoïde de la tension après la coupure et on calculera la valeur efficace de la première demi-période, soit à l'aide d'un étalonnage, soit en la comparant à la tension avant le court-circuit.

Remarque 5: Pour calculer la tension de rupture sous laquelle un interrupteur a dû couper lors d'une perturbation, on se servira des courbes dont on fait usage pour déterminer l'amortissement du courant alternatif de court-circuit [11]). Le temps durant lequel le déclenchement a été différé peut être posé égal à celui pour lequel sont réglés les relais, à condition toutefois que le fonctionnement correct de ces derniers soit certain. Lors des déclenchements instantanés (par relais à tension nulle par exemple) on peut admettre que pour les interrupteurs d'une tension de service inférieure à 15 kV, la coupure se fait en 0,1 à 0,2 s; pour les tensions supérieures à 15 kV, la durée totale de court-circuit peut être considérée comme étant comprise entre 0,2 et 0,5 s.

§ 2, ad. 1*b*. *Courant de rupture.*

Le courant de rupture est défini par la valeur efficace de la composante alternative du courant de court-circuit traversant l'interrupteur, lors d'un déclenchement, au moment de la séparation des contacts.

Remarque 1: Le courant de rupture à considérer plus spécialement est celui qui correspond à la tension de rupture égale à la tension de service. Ce n'est qu'exceptionnellement, et dans des cas nettement délimités, que l'exploitant pourra être conduit à envisager l'intensité du courant de rupture pour une tension de rupture inférieure à la tension de service.

Remarque 2: Par „courant initial de court-circuit", on entend la valeur efficace de la composante alternative du courant au début du court-circuit. Le „courant permanent de court-circuit" s'établit quand la période transitoire est complètement amortie. Pour le calcul approché de l'amortissement du courant de court-circuit, on peut utiliser les courbes déjà mentionnées plus haut.

Remarque 3: Il n'y a pas lieu de faire intervenir, dans la définition de l'intensité efficace du courant de rupture, la composante exponentielle du courant continu, dont la grandeur dépend essentiellement de l'instant (phase) de l'établissement du court-circuit. Mais il doit être bien entendu qu'un interrupteur, d'une capacité de rupture donnée, doit pouvoir fonctionner correctement, quelle que soit la phase d'établissement du court-circuit et, par suite, quelle que soit la grandeur de cette composante de courant continu entre zéro et sa valeur maximum.

Remarque 4: L'amortissement du courant pendant la rupture, c'est-à-dire pendant la durée de l'arc, peut être négligé, étant donné que, d'une part, il est diffi-

[11]) Proceedings of the american Institute of electrical Engineers 1918, t. XXXVII, p. 48.

cile de déterminer d'avance son influence sur le travail de rupture et que, d'autre part, cet amortissement dépend de la longueur et de la résistance de l'arc, essentiellement variables d'un système d'interrupteur à l'autre. Pour cette raison, le courant de rupture à prendre en considération est celui du moment de la séparation des contacts.

Remarque 5: Le courant de rupture peut être mesuré sur un oscillogramme en divisant par 2 $\sqrt{2}$ l'amplitude, définie par les courbes-enveloppes des sommets de la courbe de courant de court-circuit, pour l'abscisse correspondant à la séparation des contacts. L'instant de la séparation des contacts est déterminé au moyen de la tension de l'arc qui, généralement, peut être lue sur l'oscillogramme. Si cette dernière méthode présente des difficultés, ou se révèle trop peu exacte, on peut enregistrer sur le même oscillogramme, par un procédé approprié, le mouvement d'ouverture de l'interrupteur pour en déduire l'instant de l'ouverture.

Remarque 6: L'intensité de rupture est généralement plus faible que l'intensité du court-circuit initial.

Il est bien entendu que le disjoncteur doit pouvoir supporter le courant de court-circuit dès le moment de son établissement jusqu'à sa rupture, pendant un temps suffisant, sans aucune manifestation susceptible de le détériorer ou d'aggraver les conditions de la rupture devant s'opérer immédiatement après, c'est-à-dire:

a) sans échauffement exagéré des contacts,
b) sans effet électrodynamique susceptible de produire des déformations ou simplement une réduction nuisible de la pression de contact, tant sur les contacts principaux que sur les contacts d'extinction.

Le constructeur devra donc compléter sa garantie de la puissance de rupture par une clause relative à l'intensité du courant que l'appareil est susceptible de supporter dans ces conditions pendant 3 s.

Ces intensités devront être définies par les valeurs efficaces de la composante alternative seule, étant entendu que la garantie porte sur la résultante de la composante alternative et de la valeur maximum de la composante de courant continu.

Remarque 7: En fixant l'intensité du courant de rupture d'un interrupteur prévu pour un point donné du réseau, il est recommandable de prendre en considération les possibilités de rupture d'un courant voisin du court-circuit initial, soit par suite d'un fonctionnement anormal, soit par suite de l'intérêt que l'on pourrait avoir à supprimer tout retard de déclenchement [12]). *Tout interrupteur devrait donc être choisi pour la plus grande intensité du courant de rupture qu'il pourrait avoir à couper durant son service,* même si ce courant ne se produit que dans des conditions anormales. *Ce courant sera le plus grand courant de court-circuit qui puisse s'établir à l'emplacement de l'interrupteur (courant de court-circuit initial).*

Remarque 8: Il est bien entendu que, pour une tension de rupture donnée, le disjoncteur doit pouvoir couper non seulement le courant de rupture maximum, mais toutes les intensités inférieures ou égales, quel que soit le $\cos\varphi$, dans les conditions de fonctionnement définies plus loin.

§ 3. ad. 2. *Nombre admissible d'ouvertures et de fermetures successives et intervalles entre ces opérations.*

Les disjoncteurs à huile doivent pouvoir couper à 3 reprises la puissance de rupture nominale garantie aux intervalles indiqués ci-après, le courant initial ne dépassant pas les limites fixées:

1⁰ Coupure;
1 minute d'intervalle;

[12]) Il appartient à l'exploitant de tenir compte également le plus largement possible des prévisions d'accroissement des puissances en jeu.

2° Enclenchement sur le court-circuit, suivi immédiatement de la disjonction; 1 minute d'intervalle;

3° Répétition de l'opération 2.

L'appareil ne devra pas exiger de revision au cours de ces manœuvres, après lesquelles il devra pouvoir être employé encore en service normal et fonctionner correctement au point de vue mécanique.

Une revision comportant, s'il y a lieu, le remplacement de l'huile et des contacts sera effectuée après chaque cycle complet.

Remarque 1: Ce cycle, considéré comme épreuve de l'appareil ne réalise en général l'essai du disjoncteur que sur les tension et courant de rupture, et non sur le courant initial de court-circuit.

Il y aurait donc lieu de prévoir éventuellement des essais de fermeture sur le courant initial de court-circuit, même sous tension très réduite. Après ces essais, on doit pouvoir réemployer les contacts principaux sous courant nominal, une faible détérioration des pièces de contact étant admissible en soi après le cycle des 3 essais.

§ 4. ad. 1 c. *Capacité de rupture.*

La définition de la capacité de rupture d'un interrupteur résulte:

d'une part de la tension de rupture et de l'intensité du courant de rupture, définies respectivement aux §§ 1 et 2,

d'autre part de la garantie du nombre et de la durée des intervalles entre enclenchements et déclenchements successifs définie au § 3.

En kVA, la capacité de rupture d'un appareil monophasé, diphasé, triphasé peut être exprimée par le produit de la tension de rupture et du courant de rupture, multiplié respectivement par le facteur correspondant au système de courant, d'après les formules:

$$I_r\,U_r,\ 2\,I_r\,U_r \text{ et } \sqrt{3}\,I_r\,U_r.$$

Remarque 1: Cette notion n'est introduite que pour indiquer la capacité des interrupteurs dans l'huile et se rapporte toujours à la coupure d'un circuit inductif. L'indication de la capacité de rupture à une tension donnée ne permettra généralement pas de tirer une conclusion sur la valeur de la capacité de l'interrupteur sous une autre tension; l'indication de la tension de rupture et de celle du pouvoir de rupture en kVA est de ce fait indispensable.

Remarque 2: Les chiffres à garantir pour la capacité de rupture d'un disjoncteur comporteraient une tolérance de 15 % par exemple.

Résultats de la discussion de Paris.

Le rapport du Comité Suisse a provoqué à la Conférence Internationale des Grands Réseaux une discussion nourrie dans laquelle les propositions et conclusions du Comité n'ont pour ainsi dire pas été combattues. De l'avis général, le rapport présenté est une contribution précieuse à la mise au point des connaissances actuelles sur les interrupteurs, susceptible de faciliter sensiblement les recherches futures.

M. Perrochet a formulé le vœu que la Conférence fasse siennes les suggestions du Comité Suisse et les transmette à la Commission Electrotechnique Internationale. M. Tribot-Laspière, estimant que ces résultats sont préliminaires, suggéra que le Comité continue ses travaux sous la présidence de M. Perrochet et que les résultats actuels soient transmis dans un premier rapport à la C. E. I.

L'assemblée s'étant déclarée d'accord avec les conclusions du Comité Suisse a décidé à l'unanimité que ce Comité continuera à fonctionner pour poursuivre ses études et que son rapport, ainsi que le compte-rendu sténographique des discussions, seront transmis à la Commission Electrotechnique Internationale pour servir de base à une réglementation internationale des interrupteurs dans l'huile.

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Energieverbrauch und Betriebskosten der elektrischen Grossküche im Ferienheim General Wille-Haus in Ifental (Solothurn). 643.36

Der Hilfsverein Olten macht uns darüber folgende Angaben: In der Küche ist ein Herd, Fabrikat Kummler & Matter in Aarau, mit 2 Platten von 30 cm Durchmesser, 3 Platten von 22 cm Durchmesser und 2 Backöfen installiert mit einem Anschlusswert von zusammen 15 kW. Dazu kommt ein 300-Liter-Warmwasserspeicher. Die Küche und Heisswasserbereitung wurden ausschliesslich elektrisch betrieben. Störungen kamen keine vor. Die Kolonie war während 30 Tagen im Vollbetrieb mit durchschnittlich 64 Kindern und 4 Erwachsenen. Es wurden täglich 4 Mahlzeiten verabfolgt. Die Kost ist reichlich und abwechslungsreich. Die Anzahl der Pflegetage betrug: 1935 Kinderpflegetage und 145 Pflegetage für die Erwachsenen. Es ergab sich folgender Stromverbrauch und Kosten:

	Fr.
Hochtarif (Herd), 789 kWh zu 7 Rp. per kWh	55.25
Niedertarif (Heisswasserspeicher), 797 kWh zu 3,5 Rp. per kWh	27.90
Stromauslagen	83.15
Zählermiete	2.15
Total	85.30

Der Kochherd wurde im Hochtarif, mit verschwindend kleiner Ausnahme im Niedertarif benutzt. Bei der Heisswasserbereitung ist auch der Verbrauch für Vorarbeiten und Reinigungsarbeiten inbegriffen.

Es ergibt sich ein Stromverbrauch pro Person und Tag von 0,38 kWh für den Kochherd und 0,39 kWh für die Heisswasserbereitung, total 0,77 kWh. Pro Portion ergibt sich ein Stromverbrauch von 0,095 kWh für den Kochherd und 0,096 kWh für die Heisswasserbereitung, total 0,191 kWh. Die Stromauslagen inklusive Zählermiete betragen pro Verpflegungstag und Person 4,1 Rp.

Das Ferienheim hatte vorher einen Holzherd. Die Ausgaben für Holzlieferung und Zubereitung betrugen Fr. 110.) pro Kolonie, also rund Fr. 25.— = 30 % mehr als für die elektrische Küche bei gleichen Verhältnissen. Bei der Holzfeuerung betrug die Zeit für die Zubereitung von ca. 140 Fruchtkuchen einen Tag, mit dem elektrischen Backofen beträgt sie noch 4 Stunden. Der Küchenbetrieb wurde einfacher, sauberer und gesünder. Für die Köchin bedeutet der elektrische Herd und Heisswasserspeicher eine grosse Arbeitsersparnis, sie möchte diese Einrichtung nicht mehr missen. *Ing. A. Härry.*

Beim Eidgenössischen Departement des Innern nachgesuchte Stromausfuhrbewilligung[1]**.**

Das *Elektrizitätswerk des Kantons Schaffhausen* ist im Besitze der Bewilligung No. 55 a, vom 21. Juli 1922, zur Ausfuhr elektrischer Energie nach badischen Grenzgemeinden. Während der Sommermonate April bis und mit September beträgt die zur Ausfuhr bewilligte Leistung max. 2000 kW. Im Winterhalbjahr (1. Oktober bis 31. März) darf die Leistung normalerweise max. 1500 kW betragen. Bei ungünstigen Wasserverhältnissen (Hoch- oder Niederwasser) sowie auf behördliche Verfügung hin ist sie während der drei Wintermonate Dezember, Januar und Februar auf max. 1200 kW zu reduzieren. Die Bewilligung No. 55 a ist gültig bis 30. September 1930.

Der Regierungsrat des Kantons Schaffhausen stellt das *Gesuch um Erneuerung der Bewilligung No. 55 a* für die Zeit bis *31. Dezember 1935* und um *Erhöhung* der im Winter zur Ausfuhr bewilligten Leistung auf *2000 kW* wie im Sommer.

Die *S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse* in Lausanne (E. O. S.) stellt das Gesuch, es sei ihr die Bewilligung zur Ausfuhr elektrischer Energie an die Energie Industrielle S. A., in Paris, zu erteilen.

Die Ausfuhrbewilligung wird nachgesucht für eine Leistung von max. *16 500 kW* während 24 Stunden des Tages (396 000 kWh pro Tag).

Die zur Ausfuhr angemeldete Energie würde von den bestehenden Werken Martigny-Bourg und Fully der E. O. S., dem bestehenden Werk Vernayaz der S. B. B., den vor der Vollendung stehenden Werken Champsec-Bagnes der E. O. S. und Sembrancher der Société Romande d'Electricité sowie dem im Bau befindlichen Werk La Dixence geliefert.

Der ausländische Abnehmer beabsichtigt, diese Energie zur Versorgung seines Netzes sowie der Netze benachbarter Gesellschaften mit Kraft und Licht zu verwenden.

Die E. O. S. wünscht, am 1. Mai 1930 mit der Ausfuhr beginnen zu dürfen. Die Ausfuhrbewilligung wird für eine Dauer von *15 Jahren* nachgesucht.

Zum Zwecke der Ausfuhr beabsichtigt die E. O. S. auf Schweizerboden die Erstellung einer neuen, 7,5 km langen Uebertragungsleitung von Montcherand bis an die Schweizergrenze bei Lignerolle. Auf der Strecke von Romanel bis Montcherand nimmt sie in Aussicht, die der Ausfuhr dienende Leitung auf dem Gestänge der bestehenden Leitung der Compagnie vaudoise des forces motrices des lacs de Joux et de l'Orbe anzubringen, welche alsdann in den gemeinsamen Besitz dieser Gesellschaft übergehen würde.

Die *Motor-Columbus*, A.-G. für elektrische Unternehmungen in Baden (Aargau), ist im Besitze der nachstehend genannten drei Bewilligungen zur Ausfuhr elektrischer Energie an die Lonza, Elektrizitätswerke und chemische Fabriken A.-G., Basel, zwecks Verwendung in der elektrochemischen Fabrik der Lonza G. m. b. H. in Waldshut (Freistaat Baden):

1. *Bewilligung Nr. 25,* vom 3. Oktober 1913/26. November 1915, gültig bis 31. März 1935. Zur Ausfuhr bewilligte Leistung max. 12 000 kW, wovon 6000 kW konstant, 6000 kW unkonstant.

2. *Bewilligung Nr. 32,* vom 26. November 1915, gültig bis 19. November 1937. Zur Aus-

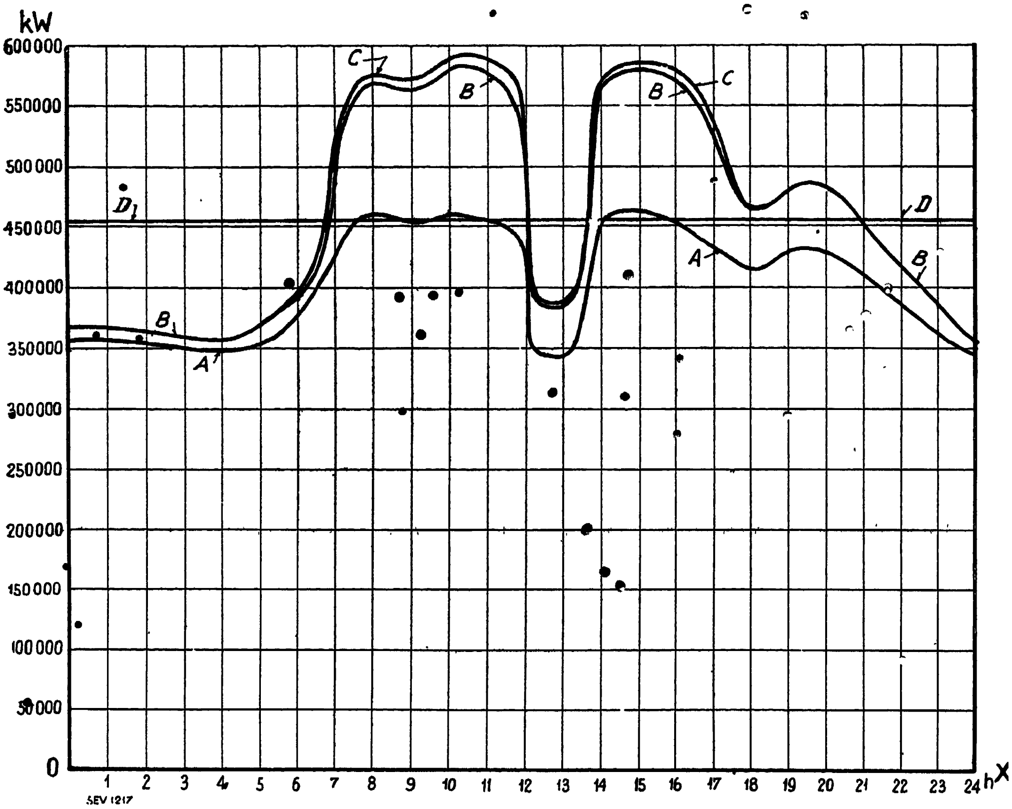
(Fortsetzung siehe Seite 746)

[1] Bundesblatt 1929, No. 42, S. 151 und No. 43, S. 172.

Statistik des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke über die Energieproduktion.
Statistique de l'Union de Centrales Suisses concernant la production d'énergie.

[Umfassend die Elektrizitätswerke, welche in eigenen Erzeugungsanlagen über mehr als 1000 kW verfügen, d. h. ca. 97 % der Gesamtproduktion[1])].
Comprenant toutes les entreprises de distribution d'énergie disposant dans leurs usines génératrices de plus de 1000 kW, c. à d. env. 97 % de la production totale[2])].

Verlauf der wirklichen Gesamtbelastungen am 18. Sept. 1929.
Diagramme journalier de la production totale le 18 sept. 1929.



Leistung der Flusskraftwerke . . . . = $OX \div A$ = Puissance utilisée dans les usines au fil de l'eau.
Leistung der Saisonspeicherwerke . . . . = $A \div B$ = Puissance utilisée dans les usines à réservoir saisonnier.
Leistung der kalorischen Anlagen und Energieeinfuhr . = $B \div C$ = Puissance produite par les installations thermiques et importée.
Verfügbare Leistung der Flusskraftwerke (Tagesmittel) = $OX \div D$ = Puissance disponible (moyenne journalière) des usines au fil de l'eau.

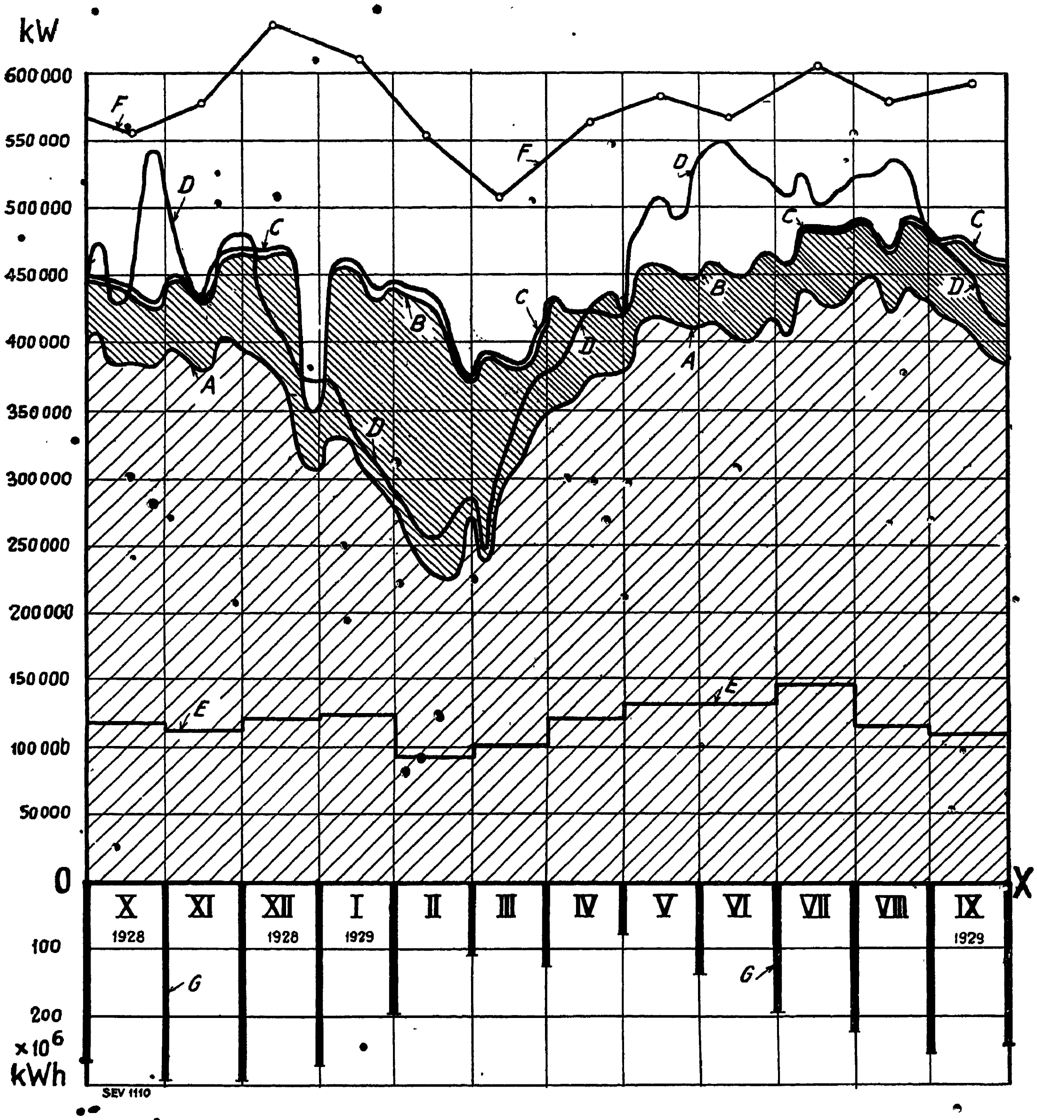
Im Monat Sept. 1929 wurden erzeugt:		*En sept. 1929 on a produit:*
In Flusskraftwerken	269,8 × 10⁶ kWh	dans les usines au fil de l'eau,
In Saisonspeicherwerken	35,4 × 10⁶ kWh	dans les usines à réservoir saisonnier,
In kalorischen Anlagen im Inland	0,2 × 10⁶ kWh	dans les installations thermiques suisses,
In ausländischen Anlagen (Wiedereinfuhr)	1,8 × 10⁶ kWh	dans des installations de l'étranger (réimportation)
Total	307,2 × 10⁶ kWh	au total.

Die erzeugte Energie wurde angenähert wie folgt verwendet:			*L'énergie produite a été utilisée approximativement comme suit:*
Allgem. Zwecke (Licht, Kraft, Wärme im Haushalt, Gewerbe und Industrie).	ca.	138,6 × 10⁶ kWh	pour usage général (éclairage, force et applications thermiques dans les ménages, les métiers et les industries),
Bahnbetriebe	ca.	17,1 × 10⁶ kWh	pour les services de traction,
Chemische, metallurg. und therm. Spezialbetriebe	ca.	47,9 × 10⁶ kWh	pour chimie, métallurgie et électrothermie,
Ausfuhr	ca.	103,6 × 10⁶ kWh	pour l'exportation,
Total	ca.	307,2 × 10⁶ kWh	au total.

Davon sind in der Schweiz zu Abfallpreisen abgegeben worden: 22,0 × 10⁶ kWh ont été cédées à des prix de rebut en Suisse.

[1]) Nicht inbegriffen sind die Kraftwerke der Schweiz. Bundesbahnen und der industriellen Unternehmungen, welche die Energie nur für den Eigenbedarf erzeugen.
[2]) Ne sont pas comprises les usines des Chemins de Fer Fédéraux et des industriels produisant l'énergie pour leur propre compte.

Verlauf der zur Verfügung gestandenen und der beanspruchten Gesamtleistungen.
Diagramme représentant le total des puissances disponibles et des puissances utilisées.



Die Kurven *A, B, C* und *D* stellen die Tagesmittel aller Mittwoche, die Kurve *E* Monatsmittel dar.

Die Wochenerzeugung erreicht den 6,40 bis 6,43fachen Wert der Mittwocherzeugung. Das Mittel dieser Verhältniszahl ergibt sich zu 6,42.

Les lignes *A, B, C, D* représentent les moyennes journalières de tous les mercredis, la ligne *E* la moyenne mensuelle.

La production hebdomadaire est de 6,40 à 6,43 fois plus grande que celle des mercredis. La valeur moyenne de ce coefficient est de 6,42.

In Flusskraftwerken ausgenützte Leistung . . . . . . = $OX \div A$ = Puissance utilisée dans les usines au fil de l'eau.

In Saisonspeicherwerken erzeugte Leistung . . . . . = $A \div B$ = Puissance produite dans les usines à réservoir saisonnier.

Kalorisch erzeugte Leistung und Einfuhr aus ausländischen Kraftwerken = $B \div C$ = Puissance importée ou produite par les usines thermiques suisses.

Auf Grund des Wasserzuflusses in den Flusskraftwerken verfügbar gewesene Leistung = $OX \div D$ = Puissance disponible dans les usines au fil de l'eau.

Durch den Export absorbierte Leistung . . . . = $OX \div E$ = Puissance utilisée pour l'exportation.

An den der Mitte des Monates zunächst gelegenen Mittwochen aufgetretene Höchstleistungen = $OX \div F$ = Puissances maximums les mercredis les plus proches du 15^e de chaque mois.

Anzahl der am Ende jeden Monats in den Saisonspeicherbecken vorrätig gewesenen Kilowattstunden = $OX \div G$ = Quantités d'énergie disponibles dans les réservoirs saisonniers à la fin de chaque mois.

fuhr bewilligte Leistung max. 10 000 kW, wovon 5000 kW konstant und 5000 kW unkonstant.

3. *Vorübergehende Bewilligung V 21,* vom 28. Februar 1928, gültig bis 31. Dezember 1929. Zur Ausfuhr bewilligte Leistung max. 15 000 kW, bei Wasserführungen der Aare in Olten von mindestens 200 m³/sek.

Die A.-G. Motor-Columbus stellt das *Gesuch,* die Dauer der Bewilligungen Nr. 25 und 32 sei auf die Dauer der zwischen ihr und der Lonza A.-G. abgeschlossenen Energielieferungsverträge zu erstrecken, d. h. die Dauer der Bewilligung Nr. 25 sei um rund fünf Jahre, bis 16. Juli 1940, und diejenige der Bewilligung Nr. 32 um rund acht Jahre, bis 30. September 1945, zu verlängern.

Gemäss Art. 6 der Verordnung über die Ausfuhr elektrischer Energie, vom 4. September 1924, werden diese Begehren hiermit veröffentlicht. Einsprachen und andere Vernehmlassungen irgendwelcher Art sind für das Gesuch des Elektrizitätswerkes des Kantons Schaffhausen bis spätestens *den 16. November* und für die Gesuche des E. O. S. und der Motor-Columbus A.-G. bis zum *23. November 1929* an das Eidgenössische Amt für Wasserwirtschaft, Bern, einzureichen. Ebenso ist ein allfälliger Strombedarf im Inlande bis zu diesem Zeitpunkte anzumelden. Nach diesem Zeitpunkte eingegangene Einsprachen und Vernehmlassungen sowie Strombedarfsanmeldungen können keine Berücksichtigung mehr finden.

Bericht der Aktiengesellschaft Motor-Columbus Baden für die Zeit vom 1. Juli 1928 bis 30. Juni 1929.

Wie schon im vorhergehenden Jahre, haben sich auch im verflossenen die Beteiligungen der Gesellschaft nicht unbedeutend verändert.

Das Aktienkapital ist um 18,5 Millionen, das Obligationenkapital um 3 Mill. erhöht worden.

Den mit 236 Millionen bewerteten Aktiven stehen an Passiven gegenüber:

	Mill. Fr.
Aktien	93,5
Obligationen	88,5
Reservefonds	24,35
Verschiedene Kreditoren	19,8
Noch auszuzahlende Dividenden, Obligationencoupons und Tantièmen	9,7
	235,85

Das Erträgnis der zu 170,7 Millionen bewerteten Effekten und das Erträgnis der sonstigen Geschäfte betragen zusammen 16,58 Millionen. Davon absorbieren die

	Mill. Fr.
Generalunkosten ca.	1,78
Obligationenzinsen	4,70
Kosten der Kapitalerhöhung, der Obligationenemission u. die Stempelabgabe ca.	1,50
Abschreibungen und Einlagen ca.	0,48

Aus dem Reingewinn von 8,4 Millionen Fr. erhält das dividendenberechtigte Kapital 10 %.

Miscellanea.

Dr. Caspar Baur †. Am 15. Mai d. J. starb in Zürich Dr. Caspar Baur, einer der Pioniere der Schwachstrom- und Starkstrom-Kabeltechnik. Baur wurde am 11. Mai 1857 in Birmensdorf bei Zürich geboren und studiere in den Jahren 1875 bis 1879 an der Fachlehrerabteilung des Eidg. Polytechnikums. Frühzeitig widmete er sich der Kabeltechnik. Eine Anzahl von Kabelfabriken in ganz Europa sind unter seiner Leitung entstanden oder wurden durch ihn zu hoher Blüte gebracht. Zuletzt wirkte er, Ende des letzten Jahrzehnts dieses Jahrhunderts, in Cossonay, bei Aubert, Grenier & Co. Seither lebte er zurückgezogen in Zürich, mit literarischen Arbeiten und Expertisen beschäftigt.

Vor allem wurde er durch sein 1903 in erster und 1910 in zweiter Auflage erschienenes Buch «Das elektrische Kabel» bekannt, das während vielen Jahren das einzige Spezialwerk über elektrische Kabel war und grosse Verbreitung fand. Als letzte Frucht seiner wissenschaftlichen Tätigkeit erschien 1927 eine sehr interessante und anregende Studie «Die Elektrizität als Aetherströmung» (vergl. Bull. S. E. V. 1927, No. 10, S. 646).

Dr. C. L. Weber †. Am 29. September d. J. starb in Berlin-Dahlem Geh. Reg.-Rat Dr. phil. Carl Ludwig Weber, Ehrenmitglied des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (V D E). Weber war nicht nur in Deutschland ein hochgeschätzter Fachmann; vielfache fachtechnische und persönliche Beziehungen verbanden ihn auch mit der älteren Generation der schweizerischen Elektriker, welche den stets liebenswürdigen und hilfsbereiten Kollegen in bester Erinnerung behalten wird.

Weber wurde 1860 zu Würzburg geboren, studierte dort und in München Mathematik und Physik und wurde 1886 Privatdozent an der Technischen Hochschule München. 1890 übernahm er die vorher durch von Gaisberg und Uppenborn geleitete elektrotechnische Versuchsstation München. 1893 trat er in das Reichspatentamt ein, wo er zum Mitglied der Beschwerdeabteilung und später zum Abteilungsvorsitzenden vorrückte. Bleibende Verdienste erwarb er sich auf elektrizitätsgesetzgeberischem Gebiete und insbesondere um die VDE-Vorschriften. Der VDE würdigte in der diesjährigen Jahresversammlung in Aachen die grossen Verdienste Webers durch Verleihung der Ehrenmitgliedschaft.

Der **Elektrotechnische Verein (e. V.), Berlin,** der am 20. Dezember 1879 von Dr. Werner von Siemens und dem damaligen Staatssekretär des Reichspostamtes Dr. Heinrich von Stephan begründet worden ist, wird in den Tagen vom 24. bis 27. Januar 1930 sein 50jähriges Jubiläum feiern. Vorgesehen sind am Freitag, den 24. Januar Festsitzung, Festessen und Ball, am Samstag Vorträge über elektrotechnische Themen von allgemeinem Interesse und Bierabend, am Sonntag Führung durch Berliner Museen und am Montag, den 27. Januar, Besichtigung technischer und anderer Betriebe.

Vereinsnachrichten.

Die an dieser Stelle erscheinenden Artikel sind, soweit sie nicht anderweitig gezeichnet sind, *offizielle Mitteilungen des Generalsekretariates des S. E. V. und V. S. E.*

EINLADUNG

an die

Mitglieder des Verbandes Schweizer. Elektrizitätswerke (V. S. E.) zur Teilnahme an einer Tagung über Fragen der Elektrizitäts-Werbung und -Verwertung

auf Dienstag den 19. und Mittwoch den 20. November 1929, 9 Uhr 30, im Grossratssaal

in Luzern.

Die «*Elektrowirtschaft*», Freigutstrasse 14, Zürich 2, organisiert an den obgenannten Tagen eine Diskussions-Versammlung, für welche der Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke das Patronat übernommen hat und zu welcher dieser seine Mitglieder einladet. Es werden folgende Vorträge gehalten:

Dienstag, den 19. November 1929,
Vormittags ab 9.30 Uhr:

1. *Karl Lauterer*, Vevey: Ueber den Wert, das Wesen und die Psychologie der Reklame.
2. Dr. *Henri Demierre*, Vevey: Pourquoi et comment on fait de la propagande pour les entreprises électriques.
3. Direktor *F. Ringwald*, Luzern: Der heutige Stand der Elektrizitätsanwendungen in der Landwirtschaft und Anregungen für die Zukunft.

Nachmittags ab 3.00 Uhr:

1. Direktor *Stiefel*, Basel: Die Förderung der Nachtstromverwendung durch elektrische Haushaltspeicher.
2. *A. Burri*, Ingenieur, Zürich: Die Volks- und die Haushaltungsschulen im Dienste der Elektrizitäts-Propaganda und Aufklärung.

Mittwoch, den 20. November 1929,
Vormittags ab 9.00 Uhr:

1. Dipl.-Ing. *Fr. Mörtzsch*, Berlin: Physikalische Grundlagen des elektrischen Kochens und wirtschaftliche Vorteile der elektrischen Grossküche.
2. *A. Härry*, Ingenieur, Zürich: Die elektrische Grossküche, ihr heutiger Stand, Aussichten und Vorschläge für die Acquisition.
3. Direktor *W. Pfister*, Solothurn: Gas und Elektrizität in der Schweiz, mit gleichzeitigem Bericht über den Stand der elektrischen Haushaltküche.

Nachmittags 3 Uhr:

Eventuell: Fortsetzung der Diskussionen. Besichtigung und Erläuterung der ausgestellten Apparate.

Eine rege Beteiligung an den Diskussionen, die in der Regel gleich nach den Vorträgen folgen, wird erwartet.

Mit dieser Tagung wird eine kleine Ausstellung der neuesten, hauptsächlich elektro-thermischen Apparate verbunden.

Wir sehen einer recht zahlreichen Beteiligung an dieser Tagung gerne entgegen, besonders auch jener Beamten der Werke, die sich mit Stromverkaufsfragen befassen.

Für den V. S. E.,

Der Präsident: (gez.) *F. Ringwald.*
Der Generalsekretär: (gez.) *F. Largiadèr.*

Schweizerischer Elektrotechnischer Verein (S.E.V.)

EINLADUNG
zur
DISKUSSIONS-VERSAMMLUNG
IN OLTEN

im grossen Saal des Hotel Schweizerhof, Samstag, den 7. Dezember 1929
Beginn: 8 Uhr 45.

Es werden folgende *Vorträge mit Lichtbildern* mit anschliessender Diskussion gehalten:

1. Ueberspannungen in elektrischen Anlagen, erläutert an Hand von Versuchen mit dem Kathodenstrahl-Oszillograph.
   Referent: Herr *K. Berger,* Ingenieur des S. E. V., Zürich.
2. Fernmessung, insbesondere Summenfernmessungen.
   Referent: Herr *W. Janicki,* Ingenieur, Zug.

Der Vorstand erwartet gerne eine recht zahlreiche Beteiligung der Mitglieder des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins an dieser Versammlung, insbesondere auch von Seiten der Elektrizitätswerke und Fabrikationsfirmen, und eine rege Benützung der Diskussion.

Teilnahmeberechtigt sind alle Mitglieder des S. E. V., sowie eingeführte Gäste, wenn sie von einem Mitglied vorher beim Generalsekretariat des S. E. V., Seefeldstrasse 301, Zürich 8, schriftlich angemeldet sind.

Für den Vorstand des S. E. V.:

Der Präsident: (gez.) *J. Chuard.*

Der Generalsekretär: (gez.) *F. Largiadèr.*

Pensionskasse Schweizerischer Elektrizitätswerke (P. K. E.)

Auszug aus dem 7. Jahresbericht
des Vorstandes über die Zeit vom 1. Juli 1928 bis 30. Juni 1929.

Am 30. Juni 1929 gehören der Pensionskasse 70 Unternehmungen mit 3135 Versicherten an, während diese bei Beginn (1. Juli 1922) 31 Unternehmungen mit 1829 Versicherten zählte.

Bemerkungen zur Betriebsrechnung und zur Bilanz per 30. Juni 1929.

a) Betriebsrechnung. *Ausgaben:*

f) Verwaltungskosten. Diese sind, was die rein administrativen Ausgaben anbetrifft, wie zu erwarten war, nach Wegfall der durch die Statutenrevision verursachten Mehrarbeiten, gegenüber dem Vorjahre um ca. Fr. 2500.– zurückgegangen. Die um rund Fr. 2000.– höhere Ausgabe für technische und juristische Gutachten

rührt hauptsächlich von der vom Vorstande veranlassten Ueberprüfung der versicherungstechnischen Situation durch einen 2. Experten, Hrn. Dr. Friedli, Bern, her (siehe Seite 7). Die Eidg. Stempelsteuer steht noch mit Fr. 2303.80 in Rechnung und fällt in Zukunft ganz weg, wie im 6. Jahresbericht mitgeteilt.

b) **Bilanz.** *Aktiva:*

Wertschriften. Neben einem Darlehen an die Gemeinde Zuchwil (Sol.) von Fr. 150 000.— und der Zeichnung auf neu zur Ausgabe gelangte 5%-Anleihen von Elektrizitätswerken (S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse 1929 Fr. 100 000.— und Nordostschweiz. Kraftwerke 1929 Fr. 80 000.—) sind die im Berichtsjahre verfügbar gewordenen Gelder auf Hypothekardarlehen I. Ranges angelegt worden. (Fr. 1 650 000.— an das Institut St. Joseph in Ilanz mit Liegenschaften und Grundstücken in Chur, Davos, Ilanz und Zürich, und Fr. 275 000.— auf Wohnbauten in Zürich).

Pos. d) setzt sich zusammen aus den am 15. Juli fälligen Juni-Prämien (Fr. 120 000.—) und aus einer Anzahlung von Fr. 160 000.— auf ein der Genossenschaft „Freiblick" in Zürich gewährtes Hypothekardarlehen.

Der Wertschriftenbestand steht mit dem Ankaufswert zu Buch (Fr. 13 116 091.65). Der Kurswert der am 30. Juni 1929 vorhandenen Wertschriften beträgt Fr. 13 473 400.—, während sich der Nominalwert (Rückzahlungswert) auf Fr. 14 121 250.— beläuft. Auf den Ankaufswert bezogen ergibt sich aus den am 30. Juni fest angelegten Geldern ein mittlerer Zinsertrag von wenig über 5 %, wobei aber den Rückzahlungsgewinnen nicht Rechnung getragen ist. Diese Verzinsung ist für die heutigen Kapitalien durch die Langfristigkeit der Anlagen auf einen längeren Zeitraum sichergestellt.

Todesfälle, Invaliditäten und Altersrenten. Die Zahl der Pensionierungsfälle hat im Berichtsjahre eine bedeutende, jedoch nicht abnormale Steigerung erfahren.[1] Im Laufe der 7 abgelaufenen Geschäftsjahre sind 108 (18) Todesfälle, 77 (22) Invaliditätsfälle, wovon 4 provisorisch und 24 (11) Altersrenten zu verzeichnen. Im gleichen Zeitraum sind 12 Invaliden- und 1 Altersrente durch Tod des Pensionierten in Wegfall gekommen; in 11 Fällen gelangen an Stelle dieser Renten Witwen-, Waisen- oder Hinterbliebenenpensionen zur Auszahlung. Am 30. Juni 1929 figurierten 16 Versicherte mit bereits erreichtem 65. Altersjahr noch unter den Aktiv-Versicherten; deren Renten würden die P. K. E. pro Jahr mit rund Fr. 68 000.— belasten.

Während den 7 Betriebsjahren hat die Pensionskasse ausbezahlt:

als Abfindungen:		in Form von Pensionen:	
an 7 Invalide	Fr. 29 705.—	an 67 Invalide	Fr. 253 780.—
an 6 Witwen	„ 18 787.50	an 74 Witwen	„ 244 016.—
an 8 Waisen	„ 5 552.50	an 93 Waisen	„ 62 909.—
		an 24 Altersrentner	„ 64 013.—
		an 3 Hinterbliebene (Eltern und Geschw.)	„ 331.—
	Fr. 54 045.—		Fr. 625 049.—

Die Invaliden, Witwen, Waisen, Altersrentner und Hinterbliebenen, welche am 30. Juni 1929 bezugsberechtigt waren, belasten die P. K. E. in Zukunft mit einer jährlichen Summe von Fr. 237 984.—.

Ferner waren am 30. Juni 1929 im Sinne der neuen Bestimmung von § 17, 2. Al. der Statuten 4 Versicherte provisorisch pensioniert, für welche heute pro Monat ein Betrag von Fr. 496.— ausgerichtet wird.

Mutationen. Im Berichtsjahre sind der Pensionskasse als neue Unternehmungen die Société électrique de Bulle mit 17 und der Schweiz. Wasserwirtschaftsverband, Zürich mit 3 Versicherten beigetreten. Andererseits sind das Elektrizitätswerk Brugg-

[1]) Die im Berichtsjahre neu eingetretenen Fälle sind hinter den nachfolgenden Zahlen in Klammern gesetzt.

PENSIONSKASSE SCHWEIZERISCHER ELEKTRIZITÄTSWERKE.

BETRIEBSRECHNUNG

vom 1. Juli 1928 bis 30. Juni 1929.

EINNAHMEN:		Fr.
a) **Leistungen der Mitglieder (§ 9/1):**		
1. Ordentliche Beiträge und solche aus Gehaltserhöhungen (§ 10/1 u. 2)	1 976 773.–	
2. Eintrittsgelder und Zusatzbeiträge (§ 10/3 und § 11)	84 867.–	2 061 640.–
b) **Zinsen (§ 9/2)**		585 004.75
c) **Gewinne aus Kapitalrückzahlungen**		6 413.75
d) **Besondere Zuwendungen (Schenkungen) (§ 9/3)**		–
Total der Einnahmen		2 653 058.50

AUSGABEN:		Fr.
e) **Kassaleistungen:**		
1. Invalidenpensionen (§ 17)	94 559.–	
2. Alterspensionen (§ 21)	31 348.–	
3. Witwenpensionen (§ 22/1)	75 425.–	
4. Waisenpensionen (§ 22/1 u. 2)	16 671.–	
5. Hinterbliebenenpensionen (§ 24)	331.–	218 334.–
6. Abfindungen an Einzelmitglieder (§ 14 und § 25)	5 050.–	
7. Abfindungen an Hinterbliebene (§ 25)	3 450.–	8 500.–
8. Rückvergütungen an ausgetretene Einzelmitglieder (§ 7)	57 176.–	
9. Rückvergütungen an ausgetretene Unternehmungen (§ 8)	38 507.–	95 683.–
f) **Verwaltungskosten:**		
1. Sitzungs- und Reiseentschädigungen an:		
Vorstand und Ausschuss	1 239.85	
Delegierte	–	
Rechnungsrevisoren	344.60	
2. Kosten für die Geschäftsführung	14 128.–	
3. Bankspesen (Kommissionen, Porti usw.)	3 559.95	
4. Technische und juristische Gutachten	7 077.70	
5. Aerztliche Gutachten, Zeugnisse usw.	1 441.–	
6. Eidgen. Stempelsteuer (1/4 Jahr)	2 303.80	30 094.90
Total der Ausgaben		352 611.90

Einnahmen	Fr. 2 653 058.50
Ausgaben	„ 352 611.90
Betriebsüberschuss	Fr. 2 300 446.60

PENSIONSKASSE SCHWEIZERISCHER ELEKTRIZITÄTSWERKE.

BILANZ per 30. Juni 1929.

Aktiva:

	Stand am 30. Juni 1928	Zugang	Abgang (Rückzahlungen oder Verkauf)	Stand am 30 Juni 1929
	Fr.	Fr.	Fr.	Fr.
a) **Wertschriften:**				
1. Oblig. Eidgen. Anleihen	2 869 661.–	5 820.–	9 115.50	2 866 365.50
2. „ Kant. „	1 041 165.75	–	39 687.–	1 001 478.75
3. „ Gemeinde- „	3 325 992.50	150 000.–	22 246.25	3 453 746.25
4. „ von Elektrizitätswerken	1 837 258.65	180 560.–	64 167.50	1 953 651.15
5. Schuldbriefe und Grundpfandverschreibungen im I. Rang	1 773 750.–	1 925 000.–	–	3 698 750.–
6. Bankobligationen . . .	145 520.–	–	3 420.–	142 100.–
Wertschriften total	10 993 347.90	2 261 380.–	138 636.25	13 116 091.65
b) **Kassa**	165.75			35.–
c) **Bankguthaben**	59 030.–			201 159.10
d) **Debitoren**	247 752.–			280 911.–
e) **Mobiliar**	1.–			1.–
Total	11 300 296.65			13 598 197.75

Passiva:

	Stand am 30. Juni 1928	Stand am 30. Juni 1929
	Fr.	Fr.
a) **Kreditoren**	6 109.–	3 563.50
b) **Vermögen**	11 294 187.65	13 594 634.25
Total	11 300 296.65	13 598 197.75

Der *Vermögenszuwachs* beträgt Fr. 2 300 446.60

mühle, Bremgarten und die A.-G. Gasversorgung Birseck, Dornachbrugg mit zusammen 14 Versicherten zufolge Fusion mit der P. K. E. nicht angehörenden Unternehmungen aus der Mitgliederliste verschwunden. Bei den am 1. Juli 1928 der Kasse bereits angeschlossenen Unternehmungen sind 64 Versicherte ausgetreten und 206 eingetreten. Es ergibt sich aus den verschiedenen Faktoren für das abgelaufene Berichtsjahr eine Erhöhung des Versichertenbestandes um genau 100 Mitglieder.

Versicherungstechnische Situation. Gemäss dem durch unsern Versicherungstechniker, Herrn Prof. Riethmann, dem Vorstand erstatteten ausführlichen Bericht vom 14. August 1929 war die versicherungstechnische Situation der Kasse am 30. Juni 1929 folgende:

Wert der Verpflichtungen der Kasse ihren Versicherten gegenüber:	
a) Kapital zur Deckung der laufenden Renten	Fr. 2 387 967.–
b) Zur Deckung der zukünftigen Verpflichtungen . . .	„ 35 002 528.–
Total	Fr. 37 390 495.–
Wert der Verpflichtungen der Versicherten der Kasse gegenüber	„ 19 799 808.–
Differenz	Fr. 17 590 687.–
Das effektiv heute vorhandene Deckungskapital beträgt . .	„ 13 594 634.–
Das noch zu deckende Defizit war somit am 30. Juni 1929	Fr. 3 996 053.–

Die nachstehende Tabelle zeigt die Veränderungen, welche die technischen Verhältnisse der Pensionskasse in den abgelaufenen 7 Jahren ihres Bestandes durchgemacht haben.

Jahr (1. Juli)	Anzahl der Mitglieder	Mittleres Alter	Mittleres Dienstalter	Versicherte Besoldungen	Wert der Verpflichtungen der Kasse gegenüber den Versichert. am 1. Juli	Wert der Verpflichtungen der Versichert. gegenüber der Kasse am 1. Juli	Vermögen	Versicherungstechnisches Defizit	Defizit in % der versicherten Besoldung	Vorhand. Deckungskapital in % der Differenz (6–7)	Dekkungsgrad $\frac{7+8}{6}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1922	1862	35,6	8,5	8 585 600	16 706 169	12 562 572	–	4 143 597	48,3	–	75,2
1923	2221	36,9	9,6	10 027 500	20 727 407	14 263 080	1 520 450	4 943 877	49,3	23,5	76,1
1924	2640	37,4	10,1	12 051 400	25 623 092	16 966 548	3 229 812	5 426 732	45,0	37,3	78,8
1925	2773	38,0	10,5	12 706 200	27 999 335	17 600 208	5 029 342	5 369 785	42,2	48,4	80,8
1926	2909	38,5	11,0	13 417 300	30 435 786	18 339 516	6 958 940	5 137 330	38,3	57,5	83,1
1927	3004	38,9	11,5	14 060 800	32 893 718	18 981 804	9 196 278	4 715 366	33,5	66,1	85,7
1928	3035	39,3	11,9	14 344 200	34 842 080	19 078 572	11 294 187	4 469 321	31,1	71,6	87,2
1929	3135	39,5	12,1	15 002 400	37 390 495	19 799 808	13 594 634	3 996 053	26,6	77,3	89,3

Zu seiner Orientierung hat der Vorstand die Situation der Pensionskasse durch Herrn Dr. Friedli, Versicherungstechniker der Kasse des eidg. Personals, überprüfen lassen.

Das Resultat dieser Prüfung ist so ausgefallen, dass der Vorstand zur Zeit keine Veranlassung hat, den Versicherten für die versicherungstechnischen Grundlagen Aenderungen vorzuschlagen. Immerhin soll nicht unerwähnt bleiben, dass aus dem vorerwähnten Gutachten hervorgeht, dass gegenwärtig höhere Leistungen der Kasse nicht ins Auge gefasst werden können.

Territet und *Zürich,* den 3. September 1929.

Im Namen des Vorstandes
der Pensionskasse Schweizerischer Elektrizitätswerke:

Der Präsident: Der Vizepräsident:

(gez.) *E^el Dubochet.* (gez.) *J. Bertschinger.*

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke | REDAKTION Zürich 8, Seefeldstr. 301 | Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité

Verlag und Administration | Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G. Zürich 4, Stauffacherquai 36/38 | Editeur et Administration

XX. Jahrgang
XXe Année

Bulletin No. 22

November II
Novembre II 1929

Die Hochspannungskabelanlage der Kraftwerke Oberhasli A.-G.

Von *P. E. Schneeberger,* Ingenieur, Brugg.

621.319.34 : 621.312.134(494)

Die im Kraftwerk Handeck der Kraftwerke Oberhasli A.-G. erzeugte Energie (ca. 220×10⁶ kWh/Jahr, 112 000 bis 128 000 kVA) wird unter 50 kV Spannung bis nach Guttannen durch Kabel zu Tal transportiert. Die Kabel liegen in einem begehbaren Stollen, welcher im Winter als einziger Zugang zum Kraftwerk dient.

Im folgenden Artikel wird diese Kraftübertragung beschrieben und auf die Fabrikation, die Prüfung und die elektrischen Eigenschaften der Kabel eingegangen. Ferner werden die Verbindungsmuffen und Endverschlüsse behandelt. Zum Schluss gibt der Autor ein Bild der interessanten Verlegungsarbeiten.

L'énergie produite à la centrale de la Handeck des Forces Motrices de l'Oberhasli, soit 220 millions de kWh par année environ, est transportée dans la vallée par câbles, sous une tension de 50 kV. Ces câbles sont posés dans un tunnel spacieux, qui sert en hiver de seule voie d'accès à la centrale.

Dans l'article suivant, l'auteur décrit l'installation des câbles, en s'arrêtant à leur fabrication, aux essais subis et à leurs propriétés électriques. Il parle ensuite des manchons de raccordement et des boîtes terminales et termine sur un aperçu des travaux de pose.

Das Kraftwerk Handeck der Kraftwerke Oberhasli A.-G. (K. W. O.) [1]) mit seinen vier Generatoren von je 28000 bis 32000 kVA Dauerleistung muss, infolge des in den Wintermonaten unzugänglichen und lawinengefährdeten Gebietes zwischen Guttannen und Handeck, die erzeugte Energie durch Kabel zu Tal liefern. Eingehende Vorstudien haben den Weg für die günstigste Anlage dieser Leistungsübertragung im Hochgebirge geebnet.

Die technischen Vorbedingungen waren wie folgt gestellt:

Das Kraftwerk Handeck wird zur Aufnahme von vier Maschinengruppen, bestehend aus je einer Freistrahlturbine mit einem Drehstromgenerator für 11000 V, gebaut. Jedem Generator ist, ohne Zwischenschaltung eines Oelschalters, ein Transformator zugeordnet, welcher die Spannung auf ca. 50000 V erhöht (vergl. Schaltungsschema Fig. 1).

An die Oberspannungsklemmen der Transformatoren ist, ohne Zwischenschaltung eines Oelschalters, die Drehstrom-Hochspannungskabelleitung von ca. 5 km Länge und 50 kV Betriebsspannung mit *direkt geerdetem Sternpunkt* angeschlossen. Beim Dorfe Guttannen geht die Hochspannungs-Kabelleitung in eine Hochspannungs-Freileitung über. Der Uebergang von den Kabelleitungen auf die Freileitungen findet in einer Gebäude-Uebergangsstation statt. Von dort führen die Freileitungen ca. 7 km weit nach der Freiluftstation Innertkirchen, wo die Energie noch einmal,

[1]) Siehe Bulletin S.E.V. 1928, No. 8, S. 258.

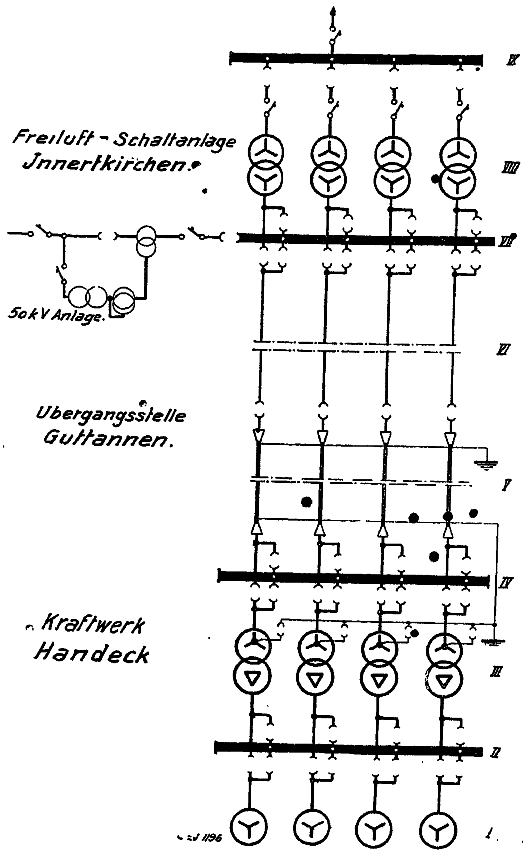


Fig. 1.
Schaltungsschema der Kraftübertragung Handeck-Innertkirchen.

I 4 Generatoren zu je 28000 kVA
II Hilfsschiene 11 kV
III 4 Transformatoren 11/50 kV
IV Hilfsschiene 50 kV
V Kabel 50 kV
VI Freileitung 50 kV
VII Hilfsschiene 50 kV
VIII 4 Transformatoren 50/150 kV
IX Sammelschiene 150 kV

wiederum ohne Zwischenschaltung eines Oelschalters, durch Drehstrom-Transformatoren von 50 auf 150 kV hinauftransformiert wird. Die Oberspannungsseite der Transformatoren ist durch einen automatischen Oelschalter an die Höchstspannungs-Sammelschiene angeschlossen, von welcher aus 150 kV-Leitungen von einigen 100 km Länge abzweigen. Turbine, Generator, Auftransformator, Kabel, Freileitung, zweiter Auftransformator und 150 kV-Oelschalter bilden somit eine Einheit, die normalerweise in Innertkirchen zu- oder abgeschaltet und im Kraftwerk Handeck reguliert wird. Ueber Hilfssammelschienen in Handeck und Innertkirchen kann jedoch ein Generator auch mit andern als dem zugehörigen Transformator zusammenarbeiten.

Die notwendige ständige Verkehrsverbindung zwischen Kraftwerk und Guttannen ist durch einen begehbaren Stollen gewährleistet (Fig. 2). Dieser wurde so ausgebaut, dass er ausser den 4 Drehstromkabelschleifen auch eine Akkumulatorenlokomotive aufnehmen kann. Das mittlere Gefälle des Stollens ist bei einer Gesamtlänge von 4,8 km 5 %. Das max. Gefälle beträgt 8,8 %.

Die Kabel können im Stollen reichlich in Sand eingebettet werden. Die Sandeinfüllung wird durch fliessendes Wasser dauernd durchfeuchtet und dadurch eine möglichst günstige Wärmeableitung erreicht. Fig. 2 zeigt die detaillierte Verlegungsart. Der in der Mitte des Stollens fliessende Bach wird von Zeit zu Zeit fischtreppenartig so aufgebaut, dass das Wasser den Sand ständig durchdringen muss.

Die Kabel waren für folgende Daten vorzusehen:

Nennleistung	28000 kVA	Frequenz	50 Per/s
Nennspannung	50 kV (verkettet)	Verlegung in durchfeuchtetem Sand in einem Stollen.	
Nullpunkt	geerdet	Gefälle: mittleres	5,0 %
Nennstrom	310 A	max.	8,8 %

Kabelkonstruktion. Als günstigste Konstruktion wurde ein Kabel mit folgenden Abmessungen gewählt (vergl. Fig. 3):

Kabelquerschnitt	180 mm² Kupfer	Doppelte Juteschicht	4 mm
Isolation	12 mm	Aussendurchmesser des Kabels	ca. 56 mm
Bleimanteldicke	3 mm	Kabelgewicht per Meter	ca. 8,6 kg
2 geteerte Papiere	0,3 mm	Mittlere Fabrikationslänge	900 m

Um die Frage des Leiterquerschnittes möglichst abzuklären, wurden vorgängig der Bestellung im Stollen Belastungsversuche durchgeführt. Diese Untersuchungen

ergaben, dass ein Querschnitt von 120 mm^2 hinsichtlich Erwärmung genügen dürfte. Wirtschaftliche Erwägungen hingegen liessen einen höhern Kupferleiter günstiger erscheinen, so dass ein Leiterquerschnitt von 180 mm^2 vorgeschrieben wurde.

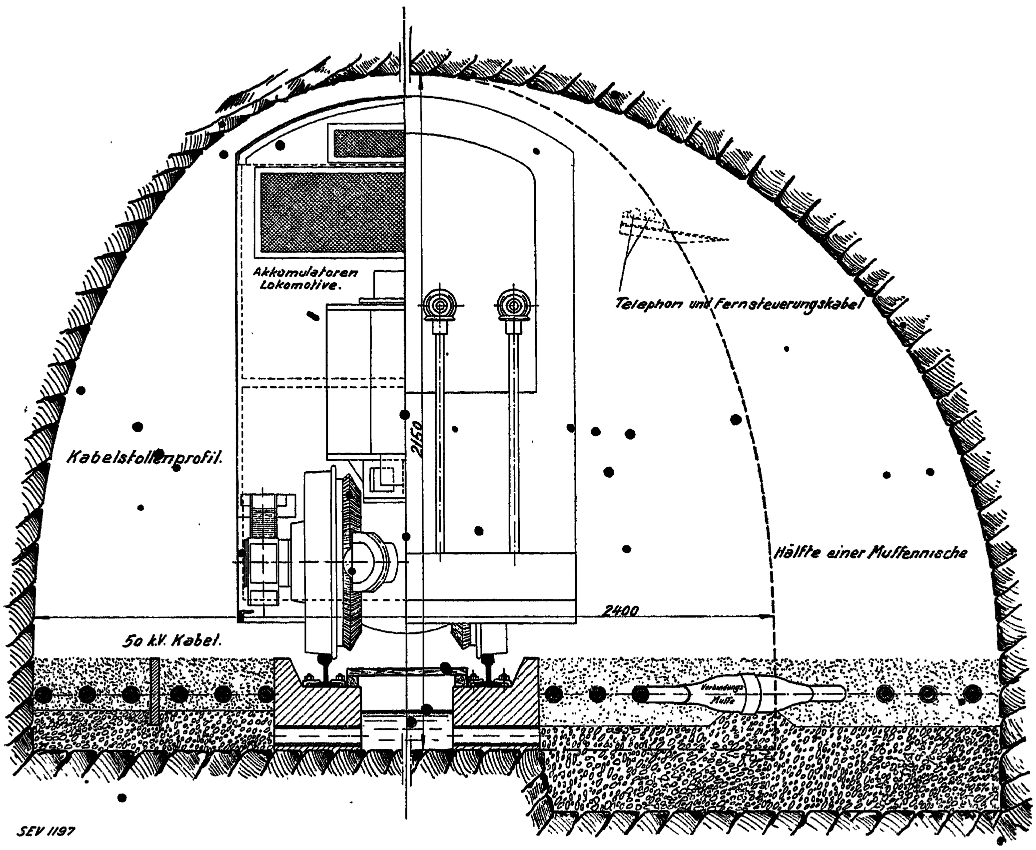


Fig. 2.
Querschnitt durch den Kabelstollen.

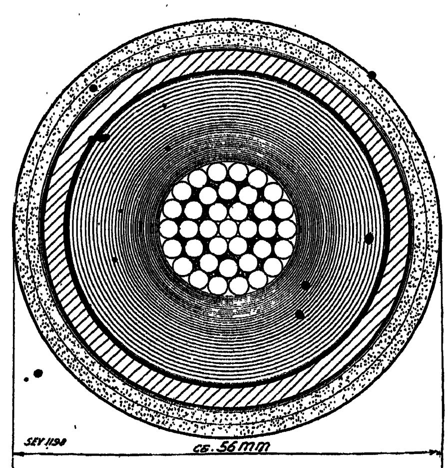


Fig. 3.
Querschnitt durch das 50 kV Kabel, 1×180 mm^2.

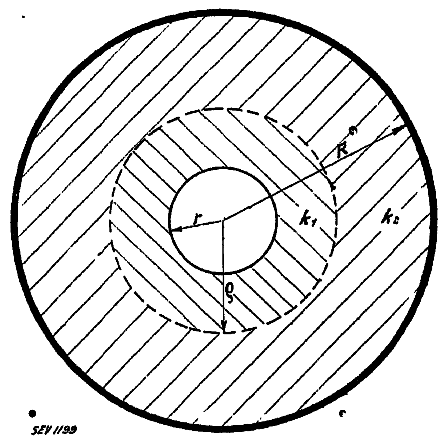


Fig. 4.
Querschnitt durch das 50 kV Kabel, 1×180 mm^2.

Das Kupferseil besteht aus einer normalen 37er Konstruktion mit Drähten von 2,5 mm Durchmesser. Die Kupferqualität entspricht den Vorschriften des S.E.V. Die Hohlräume zwischen den einzelnen Kupferdrähten wurden, um ein Fliessen der Kabelmassen infolge der Höhendifferenz möglichst zu verhindern, mit Papiergarn ausgefüllt.

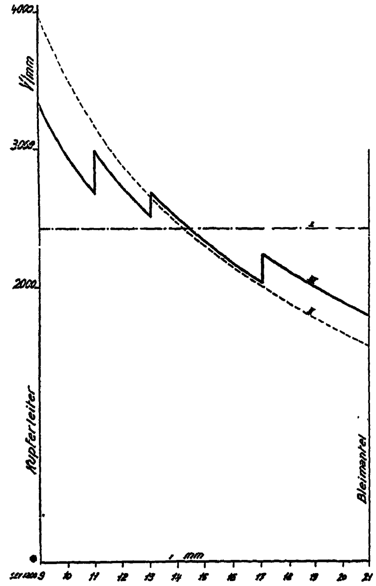


Fig. 5.

Theoretische dielektrische Beanspruchung der 12 mm starken Isolation.

I Ideale Beanspruchung.
II Mit homogener Isolation.
III Mit 4fach abgestufter Isolation.

Die Isolation. Der wichtigste Teil eines Hochspannungskabels ist die Isolation. Je sorgfältiger sie aufgebaut und behandelt wird, desto betriebssicherer wird die Anlage. Unter besonderer Berücksichtigung des Umstandes, dass diese Kabel absolut betriebssicher sein müssen, war vom Besteller Wert darauf gelegt worden, die spezifische Beanspruchung möglichst gering zu halten.

Die Isolationsstärke der Oberhasli-Kabel beträgt 12 mm. Als Isolationsmaterial kommt in der heutigen Hochspannungskabeltechnik nur imprägniertes Papier in Frage. Die Auswahl der Papiersorten ist dem Fabrikanten durch die neuere Erkenntnis der elektrischen Durchschlagsphänomene einerseits und durch die verbesserten Fabrikationseinrichtungen der Papierfabriken anderseits in letzter Zeit erleichtert worden. Es bedurfte jahrelanger Forschungsarbeit, um die günstigsten Papiermischungen herauszubringen. Der Dichtigkeitsgrad der Papiermasse ist für den Aufbau des Kabels von grosser Bedeutung. Betrachten wir die theoretische Kurve der elektrischen Feldbeanspruchung eines Einleiterkabels, so ist auffallend, dass nur wenige Papierschichten hoch beansprucht werden. Nach der bekannten O'Gormanschen Formel tritt der maximale Spannungsgradient

$$e_{max} = \frac{U}{r \ln \frac{r+\delta}{r}}$$

wo U die Spannung zwischen Kupferleiter und Blei,
r den Radius des Leiters und
δ die Isolationsstärke ist,

an der Leiteroberfläche auf. Neuere Untersuchungen haben aber ergeben, dass bei Durchschlagsversuchen die stärksten Verbrennungserscheinungen sich nicht direkt am Leiter, sondern in der Isolationsschicht im Abstand von ca. 2 mm vom Leiter befanden. Ueber diese Erscheinung werden in nächster Zeit die angesetzten Versuche erschöpfend Auskunft geben.

Die Möglichkeit, Papiere mit verschiedenen Dichtigkeitsgraden herzustellen, gibt dem Kabelfabrikanten nun ein Mittel in die Hand, die ungünstige Feldverteilung etwas zu verbessern. Papiere verschiedener Dichte haben verschiedene Dielektrizitätskonstanten. Legt man an den Leiter, als der Stelle der theoretisch grössten Beanspruchung, Papiere von hoher Dielektrizitätskonstante und verwendet man an der Peripherie der Isolation Papiere geringerer Dielektrizitätskonstante, so ergibt sich aus der Beziehung:

$$\frac{e_1}{e_2} = \frac{c_2}{c_1} = \frac{k_2 \ln \frac{\varrho}{r}}{k_1 \ln \frac{R}{\varrho}},$$

wo e_1 und e_2 die beiden Teilspannungen,
c_1 und c_2 die beiden Teilkapazitäten,
k_1 und k_2 die beiden Dielektrizitätskonstanten und
r, ϱ und R die Halbmesser

(in Fig. 4) darstellen, die Möglichkeit, das Dielektrikum wesentlich günstiger zu beanspruchen. Die sorgfältige Auswahl der Papiersorten gestattet, verschiedene

Teilkapazitäten zu erzeugen und dadurch die Spannungsverteilung im Kabeldielektrikum günstiger zu gestalten. Fig. 5 gibt die Darstellung des berechneten Verlaufes der Beanspruchung der Oberhasli-Kabel. Es geht daraus hervor, dass die maximale Beanspruchung von 3900 V/mm bei normaler Ausführung ohne Abstufung auf 3300 V/mm herunter gesetzt werden konnte.

Mechanisch besteht der Aufbau der Isolation aus ca. 140 Papierschichten von vier verschiedenen Dielektrizitätskonstanten. Das Aufbringen der Isolation erfolgte mittels der modernen Tangential-Spinner-Isoliermaschine (Fig. 6).

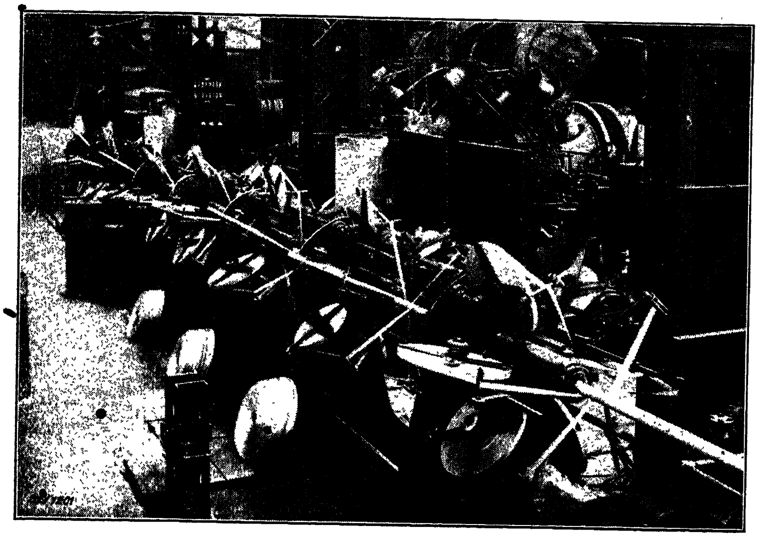


Fig. 6.
Tangential-Spinner-Isoliermaschine.

Die Kabel wurden nach dem Verfahren von M. Höchstädter, welches nachstehend kurz beschrieben ist, gegen Glimmerscheinungen unter dem Bleimantel geschützt. Den Abschluss der Isolation bildet eine auf Papierband kaschierte Aluminiumfolie. Die letztere dient dazu, Gaseinschlüsse zwischen Isolation und Bleimantel, welche infolge der Ausdehnungsmöglichkeit des Bleimantels entstehen könnten, unschädlich zu machen. Die hauchdünne Aluminiumfolie folgt ohne weiteres den Bewegungen der Isolation, welche dieselbe infolge der Temperatureinflüsse ausführt. Der dicke Bleimantel kann diesen Schwankungen nicht folgen. Immerhin ist das Anbringen dieses metallisierten Papiers in erster Linie als Verbesserung des Kabels und nicht als absolute Notwendigkeit anzusprechen.

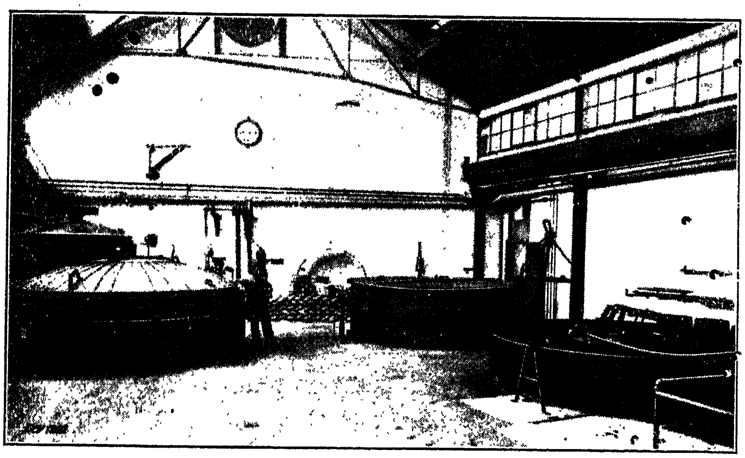


Fig. 7.
Vakuumtrocken- und Imprägnierkessel.

Nebst der sorgfältigsten Auswahl des Isolierpapiers ist die Behandlung des Kabels im Trocken- und Tränkkessel von einschneidender Wichtigkeit. Zur Fabrikation der Oberhaslikabel wurden deshalb von den Kabelwerken Brugg folgende besonderen Vorkehrungen getroffen. Die bestehenden Kesselanlagen, mit Vakuumtrocken- und Imprägnierkesseln bis 2,50 m im Durchmesser, wurden ergänzt durch eine neue ganz bedeutend grössere Anlage mit Vakuumtrocken- und Imprägnier-

kesseln und besonderen Kühlgefässen, beide von 4 m Durchmesser, ferner einem 17 m^3 haltenden Mischgefäss mit mechanischem Rührwerk und einer speziellen zweistufigen Hochvakuumpumpe für eine Leistung von 660 m^3/h mit zugehörigem Oberflächen-Kondensator von 32 m^2 Kühlfläche (Fig. 7). Das Fassungsvermögen des Haupttrocken- und Imprägnierkessels beträgt 22,5 m^3. Es können darin z. B. an Hochspannungskabeln 1×200 mm^2 für 50 kV Betriebsspannung gleichzeitig ca. 4000 m unter Vakuum getrocknet und imprägniert werden. Die in diesen aussergewöhnlich grossen Kesseln in einem Stück herstellbaren ganz bedeutenden Kabellängen sind meistens sehr erwünscht, um mit entsprechend weniger Verbindungsmuffen auszukommen, speziell bei Hochspannungskabeln. Ferner ermöglichen diese Kessel mit so bedeutenden Durchmessern während der Fabrikation die Einhaltung von durchwegs grössern Krümmungsradien für die Kabel als bisher in den kleineren Kesseln, was für den möglichst günstigen Ausfall der Kabel bezüglich Beständigkeit des Dielektrikums, besonders bei sehr hohen Betriebsspannungen, von ausschlaggebender Bedeutung ist. Selbstverständlich ist diese Anlage mit registrierenden Fernthermometern und Vakuummetern ausgerüstet, so dass die Vorgänge im Kessel genau kontrolliert werden können. Das über der Isolation angebrachte metallisierte Papier gestattet während dem Trocken- und Imprägnierungsprozess das Kabel auch elektrisch zu beobachten und die vollständige Durchtränkung zu konstatieren.

Den *Schutz des Kabels* gegen Feuchtigkeit und mechanische Verletzung übernimmt der nahtlos umpresste Bleimantel von 3 mm Dicke. Der Ohmsche Widerstand desselben wurde zu 0,487 Ω/km bestimmt, was einer Leitfähigkeit von 4,86 bei 18° C entspricht. Die Messung des Ohmschen Widerstandes des Bleis erfolgte speziell, um ein Bild über die Erdungswiderstände bei allfälligem Erdschluss des 50 kV-Netzes zu erhalten. Die Bleimäntel sämtlicher 4×3 Kabel werden alle 50 m miteinander verbunden. Diese Verbindungsstellen werden ferner auch an die Schienen der Stollenbahn (Eisenquerschnitt 2110 mm^2) angeschlossen. Dadurch wird erreicht, dass auf keinen Fall im Stollen gefährliche Potentialdifferenzen und Schrittspannungen entstehen können. Dies muss um so mehr verhindert werden, da der Stollen im Winter als einziger Zugangsweg zum Kraftwerk dient.

Durch die Verbindung der Bleimäntel erhält man zwischen dem Kraftwerk Handeck und der Uebergangsstation Guttannen eine Erdverbindung von ca. 0,2 Ω Widerstand und einem Bleiquerschnitt von ungefähr 5000 mm^2.

Als äusserer Schutz des Bleimantels gegen chemische Einflüsse und mechanische Verletzung dient je eine doppelte Papier- und Juteschicht. Die Umspinnungen werden getränkt und sehr intensiv bitumiert.

Abnahme-Prüfungen vor der Verlegung.

Sämtliche Messungen an dem vorgesehenen Probekabel, sowie die Durchführung der Abnahmeproben an dem zum Transport fertiggestellten Kabeln besorgte das Centraal Bureau der „Vereeniging van Directeuren van Electriciteitsbedrijven in Nederland" in Arnhem (Holland). Diese Organisation, unter Leitung von Herrn Direktor J. C. van Staveren stehend, hatte Gelegenheit, infolge der ausgedehnten holländischen Hochspannungskabelanlagen, eingehende Studien über die zweckmässigsten Prüfungen von Hochspannungskabeln durchzuführen. Die aufgestellten Prüfbedingungen dieser Prüfstätte haben im allgemeinen die Anerkennung von Auftraggebern und Kabellieferanten gefunden. Die Versuche, die an den Kabeln für die hier besprochene Anlage durchgeführt wurden, waren von der Bauleitung der Kraftwerke Oberhasli in enger Zusammenarbeit mit dem holländischen „Centraal Bureau" vorgeschrieben worden.

Vorarbeiten in den Fabriklaboratorien, die der Abklärung verschiedener Fragen der Hochspannungskabelprüfung und speziell der Muffenuntersuchungen dienten, waren vor der Vergebung durch Herrn Oberingenieur A. Kleiner der K. W. O. angeregt und durchgeführt worden.

Da zum ersten Mal in der Schweiz auf so eingehende und erschöpfende Art Hochspannungskabel untersucht wurden, sei hier näher auf diese Versuche eingegangen. Dabei sei hauptsächlich dem Untersuchungsbericht, den der Abnahme-Ingenieur Herr de Zoeten, Arnhem, erstattet hat, gefolgt.

Untersuchungen an einer Probelänge von 125 m Länge.

Das Kabel wurde folgenden Prüfungen unterworfen:

a) Dielektrische Verluste,
b) Biegeprobe,
c) Zeit-Durchschlags-Charakteristik,
d) Erwärmung,
e) Verluste bei voller Belastung.

a) Dielektrische Verluste. Die dielektrischen Verluste wurden in Funktion der Spannung auf der ganzen Probelänge in der Brücke nach Prof. Schering für grosse Kabellängen bestimmt (Fig. 8). Als verlustfreier Kondensator wurde ein Luftkondensator nach Prof. Petersen mit einer Kapazität von 45 $\mu\mu$F verwendet. Als Nullinstrument diente ein Vibrationsgalvanometer von sehr hoher Empfindlichkeit. Die Spannung wurde bei allen Messungen in 9 gleichen Stufen von 20000 auf 65000 V erhöht und bei jeder Stufe die Verluste gemessen.

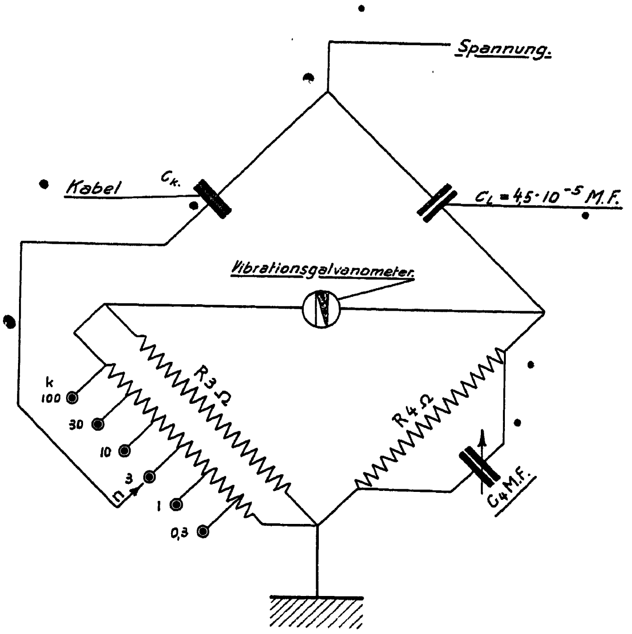


Fig. 8.
Scheringbrücke.

Die Kabelenden waren zum Schutz gegen Gleitentladungen mit einem speziellen, halbleitenden Anstrich versehen. Ausserdem verhüteten Schutzringe, dass die Endenverluste in die Messung eingingen. Die Spannungsmessung erfolgte mittels der Messvorrichtung nach Haefely, wo ein Präzisions-Milliampèremeter den Ladestrom eines aus zwei Kugelkalotten bestehenden Kondensators, unter Zwischenschaltung von zwei Glühkathodenröhren, misst. Diese Einrichtung wurde vor jeder Messreihe mittels der normalen Kugelfunkenstrecke nach den Normen von Peek geeicht.

Bei einer Kabeltemperatur von 18 °C wurde vorerst die jungfräuliche Ionisierungs-Charakteristik aufgenommen.

Anschliessend an diese Versuche wurde das Kabel elektrisch durch Gleichstrom erwärmt und die Kupfertemperatur aus der Widerstandsänderung berechnet. Während der Erwärmungszeit bestimmte man die Verluste bei Betriebsspannung, um bei dieser Gelegenheit die Kurve der Verluste als Funktion der Temperatur zu erhalten. Der Heizstrom wurde nun während ca. 4 Stunden auf dem Kabel belassen und die Kabeltemperatur dadurch auf einen konstanten Wert von 43,5 °C gebracht. Bei dieser Temperatur wurde nochmals die Charakteristik der dielektrischen Verluste in Funktion der Spannung aufgenommen und anschliessend daran das Kabel in einem Wasserbassin auf ca. 17 °C abgekühlt. Nach 12stündiger Abkühlung erfolgte die Aufnahme der Verlustkurve zum dritten Mal. Der Vergleich der drei Kurven

(Fig. 9) zeigt uns eine sehr geringe Abhängigkeit der Verluste von der Spannung. Die Imprägnierung des Kabels lässt nichts zu wünschen übrig, denn speziell die nach der raschen Abkühlung von 43,5 °C auf 17 °C aufgenommene Kurve deutet auf keine Ionisationserscheinungen hin.

Die Verluste sind in der neu eingeführten Einheit $\frac{W/m}{kV^2}$ ausgedrückt.

Die von einem Kabel aufgenommene Leistung ist durch die Gleichung $P = U\,I \cos\varphi$ bestimmt, wo U die Spannung, I den Ladestrom und $\cos\varphi$ die Phasenverschiebung zwischen den beiden Faktoren darstellt. Der Ladestrom ist bestimmt durch die Gleichung $I = U\,\omega\,C$, wo C die Kabelkapazität bezeichnet. Demnach kann der Wattverlust geschrieben werden:

$$P = U^2\,\omega\,C \cos\varphi.$$

Solange die Kapazität eines Kabels unverändert ist und die Wattverluste dem Quadrat der Spannung proportional bleiben, wird $\frac{P}{U^2}$ eine Konstante sein. Die Kurve dieser Verluste zeigt uns deutlich, wenn in einem Kabel Ionisierungserscheinungen auftreten. Die bis zu diesem Punkte annähernd horizontal verlaufende Linie wird gebrochen und steigt je nach dem Umfang des Glimmens stärker oder schwächer an.

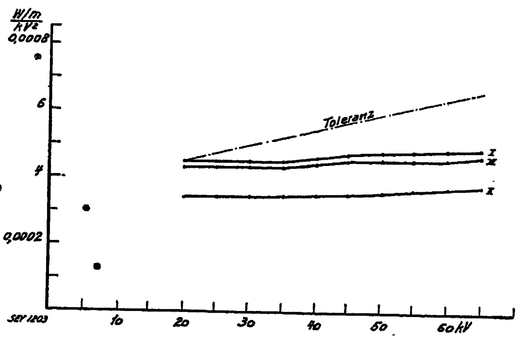


Fig. 9.
Dielektrische Verluste in Funktion der Spannung.
Kabel 1 × 180 mm²
I Jungfräuliche Kurve bei 18° C
II Nach Erwärmung auf 43,5° C
III Nach Abkühlung auf 17° C

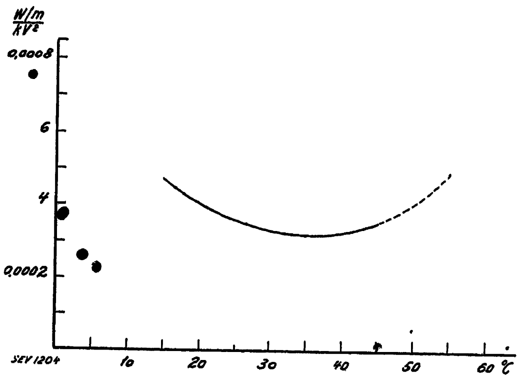


Fig. 10.
Dielektrische Verluste in Funktion der Temperatur bei 30 kV. Kabel 1×180 mm², 50 kV.

Der Verlauf der V-Kurve [Verluste in Funktion der Temperatur] (Fig. 10) ist in erster Linie abhängig von der Zusammensetzung der Imprägniermasse. Diese Kurve ist infolge ihres flachen Verlaufes als sehr günstig anzusprechen. Es ist augenscheinlich, dass eine flache V-Kurve, die auf eine gewisse Unabhängigkeit der dielektrischen Verluste von der Temperatur im Betriebe schliessen lässt, zu begrüssen ist.

b) Biegeprobe. An einem Kabelabschnitt von 15 m Länge führte man, um die Widerstandsfähigkeit des Kabels gegen mechanische Beanspruchungen zu untersuchen, die vorgeschriebene Biegeprobe durch. Das Kabel wurde dabei dreimal nacheinander in je drei vollständigen Windungen um einen Dorn gewickelt, dessen Durchmesser das dreissigfache des Kabeldurchmessers über Blei betrug. Hierauf wurde das Kabel einer Prüfung mit einer Wechselspannung von 90 000 V zwischen Ader und Bleimantel während 4 Minuten unterworfen; dabei trat kein Durchschlag auf. Die Durchschlagsfestigkeit nach der Biegung liess nichts zu wünschen übrig und das Papier wies keinerlei Risse oder Stauchungen auf.

c) Zeitdurchschlags-Charakteristik. Ein Bild über die effektiven Durchschlagsverhältnisse gibt uns die Zeit-Durchschlagskurve. Für die effektiven Spannungen 230, 200, 150, 120, 100 kV wurden die Zeiten bis zum Durchschlag bestimmt. Die erhaltenen Resultate, in einer Kurve zusammengestellt, geben ein getreues Bild der elektrischen Festigkeit des Kabels. Diese Probe ist sehr wertvoll zur Feststellung, welche kurzdauernden Ueberspannungen die Isolation aushalten kann. Weiter ist es wichtig, zu wissen, ob die für alle Längen vorgeschriebene Spannungsprobe von 70 kV keine bleibende Beschädigung des Dielektrikums bewirkt. Diese Durchschlagsversuche wurden an 10 m langen Stücken durchgeführt. Die Versuche ergaben die in Fig. 11 dargestellten Resultate. Bei der Betrachtung der Kurve wird dem Leser auffallen, dass zwischen dem Aufnahmepunkt 150 kV und demjenigen von 200 kV eine scharfe Krümmung der Kurve konstatiert werden kann. Diese Erscheinung weist unserer Ansicht nach auf den Uebergang vom Wärmedurchschlag zum Durchschlag infolge Stossionisation hin. Die Untersuchung der Durchschlagsstellen zeigt deutlich bei Spannungen von 150 kV abwärts stärkere Verbrennungen mit den typischen Verästelungen. Ueber 150 kV ist die Durchschlagsstelle konzentriert, ohne dass in der Nähe Brandstellen konstatiert werden können.

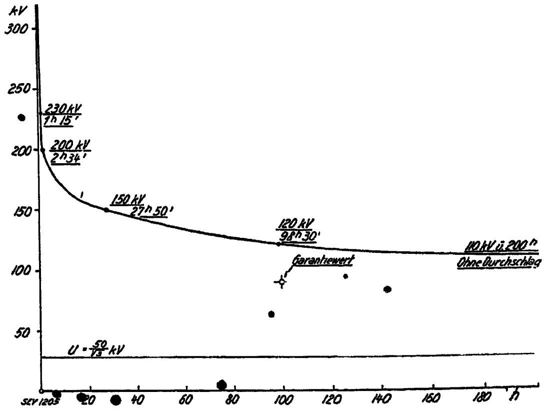


Fig. 11.
Zeit-Durchschlagskurve.
Kabel 1 × 180 mm². Betriebsspannung $U = \frac{50}{\sqrt{3}}$ kV.

d) Erwärmung. Um festzustellen, ob durch die vorgesehene Strombelastung die Temperaturerhöhungen im Kabel nicht zu hoch werden, waren auch Versuche in dieser Hinsicht angeordnet. Da im Maschinenhaus Handeck sowie in der Uebergangsstation Guttannen die Kabel einige Meter weit ohne Sandbedeckung auf Zementmauern und Boden gelegt werden, waren Versuche in ähnlicher Verlegungsart angeordet. Drei Kabel von je ca. 12 m Länge in achsialen Abständen von 15 cm, deren Bleimäntel an den Enden kurzgeschlossen waren, wurden mit Drehstrom belastet. Die Temperaturerhöhungen von Kupfer und Blei bestimmten sich aus den Widerstandsänderungen.

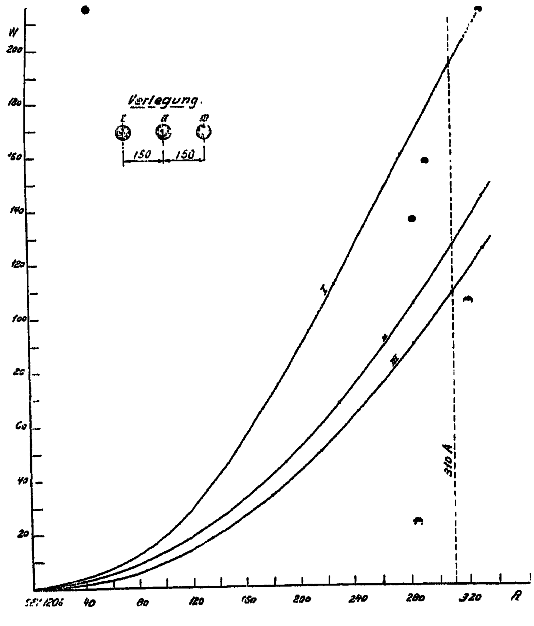


Fig. 12.
Stromwärmeverluste einer Drehstromschleife 3× (1×180) mm², 50 kV. Kabellänge 11,91 m.

Die Erwärmungsversuche wurden 19 Stunden lang mit einer Belastung von 340 A durchgeführt. Als Endresultat ergab sich eine maximale Uebertemperatur des Mittelleiters von 24,5 °C, während man für die Aussenleiter 20,5 °C erhielt. Die Bleimäntel zeigten bei den äussern Kabeln 12 und 14 °C Uebertemperatur, während das mittlere Kabel eine Mantelübertemperatur von 16 °C aufwies. Das Temperaturgefälle zwischen Leiter und Blei betrug im Mittel 8,1 °C.

Auf Anregung des Herrn Oberingenieur A. Kleiner der K.W.O. wurde die Möglichkeit geprüft, die Temperatur des Leiters von im Betriebe befindlichen Hochspannungskabeln zu messen, und zwar unter Verwendung eines Körpers, welcher die gleichen thermischen Eigenschaften besitzt, wie das Kabel selbst. Das Messprinzip ist dabei das folgende:

Das *„Thermische Abbild"* enthält eine Heizwicklung, welche von einem Strom durchflossen wird, der in unserem Falle proportional ist dem Strom im Hochspannungskabel. Den gewünschten Heizstrom kann man einem Stromwandler entnehmen, dessen Primär-Wicklung vom Kabelstrom durchflossen wird und welcher für dieselbe Prüfspannung wie diejenige des Kabels isoliert ist. Das „Thermische Abbild" besteht aus einem ca. 1 m langen Metallrohr, welches, in geeigneten Wärme-Isolierstoff eingebettet, eine Heizspule und ein Widerstandsmesselement aus Platinband enthält. Die Enden der Heizspule und des Messelementes führen zu einem wasserdicht verschliessbaren Klemmkopf, der einen Rohransatz mit Stopfbüchse besitzt, durch welchen das vieradrige Messkabel eingeführt werden kann. Der Effektverbrauch der Heizspule im „Thermischen Abbild" beträgt, bezogen auf Nennstromstärke ca. 1,3 W; bei einem Primär-Nennstrom von 300 A genügt daher ein Einleiter-Stromwandler zur Speisung von mehreren „Thermischen Abbildern", sofern mehrere Messtellen in Frage kommen. Das „Thermische Abbild" wird in der Nähe der Kabel im gleichen Medium eingebettet, wie die Kabel selbst. Um die Oberflächenableitung der Wärme derjenigen der Kabel gleichzumachen, ist das Rohr des „Thermischen Abbildes" mit imprägnierter Jute umwickelt (wie beim Kabel selbst).

Zur Messung der Temperatur kam das mit Wechselstrom gespeiste Widerstandsthermometer[2]) in Anwendung. Die gesamte Messapparatur sowie die erforderlichen Vorversuche wurden von der Firma Trüb, Täuber & Co., Zürich, ausgeführt.

e) Die Stromwärmeverluste bei Belastung wurden mit einem astatischen Duddell-Mather-Wattmeter in Verbindung mit Präzisionsstromwandlern gemessen. Die Verluste in den drei Kabeln zeigt Fig. 12. Bei 17° C und 310 A Belastung betrugen sie

	194 W	für Kabel	I,
	125 W	für Kabel	II,
	108 W	für Kabel	III,
Total	427 W	für 3 × 11,9 m;	die Verluste pro km betragen demnach 35,7 kW.

Diese Stromwärmeverluste zerfallen in die Kupfer- und Bleimantelverluste, wobei die ersten 27,7 kW und die letztern 8,0 kW, also 22,5 % ausmachen. Eingehende Untersuchungen zur Abklärung des Einflusses der räumlichen Anordnungen auf die Verluste, insbesondere der Bleimantelverluste, wurden im Laboratorium der Kabelwerke Brugg A.-G. durch die Materialprüfanstalt des S.E.V. durchgeführt. Der entsprechende Bericht ist von Ing. P. Schmid im Bulletin 1927 No. 11 veröffentlicht worden.

Nachdem die Versuche an der Probelänge den Beweis erbracht hatten, dass eine einwandfreie, den neuesten Erfahrungen der Hochspannungstechnik entsprechende Fabrikation zu erwarten war, konnte mit der Herstellung der Kabel begonnen werden.

An sämtlichen fertigen Kabellängen von je ca. 900 m Länge mussten die dielektrischen Verluste in Funktion der Spannung bis 60 kV bestimmt (Fig. 13) und anschliessend eine Spannungsprobe während 15 Minuten mit 70 kV_{eff} Wechselstrom durchgeführt werden. Bei 20 % aller Fabrikationslängen wurden auch bei 45° C und nach Abkühlung die dielektrischen Verluste bestimmt.

Um die Gleichförmigkeit der Fabrikation weiter zu kontrollieren, waren Kupferwiderstand, Isolation und Kapazitätswerte mit Gleichstrom an allen Längen zu messen.

---

[2]) Siehe Täuber-Gretler: Ein Beitrag zur Messung der Wicklungstemperatur an elektrischen Maschinen und Apparaten. Bull. S.E.V. 1922, No. 6, S. 225.

Muffen und Endverschlüsse.

Die an die Kabel gestellten hohen Anforderungen waren sinngemäss auch auf die Muffen und Endverschlüsse zu übertragen.

Verbindungsmuffen. Die speziellen Umstände einer Muffenmontage im Stollen Handeck-Guttannen verlangten eingehende Untersuchung der Montagebedingungen an Ort und Stelle. Im Frühjahr 1928 wurden im Kabel-Stollen in der Nähe des Fensters „Stäubenden" diese Untersuchungen durchgeführt. Es wurden im Abstande von 50 m (1. Muffennische) und 500 m (2. Muffennische) die Arbeitsstellen eingerichtet. Die Montage in zwei verschieden gelegenen Nischen hatte den Vorteil, dass eventuelle Einflüsse des Abstandes von der Aussenluft studiert werden konnten.

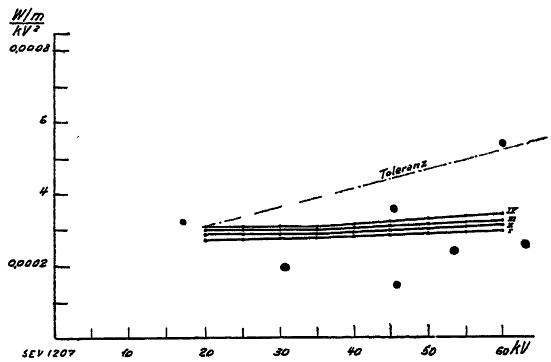


Fig. 13.
Dielektrische Verluste in Funktion der Spannung, gemessen an verlegungsbereiten Kabellängen.
I Kabellänge 927 m III Kabellänge 926 m
II Kabellänge 913 m IV Kabellänge 925 m

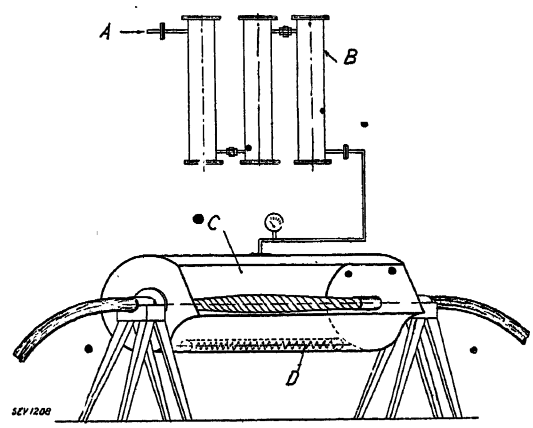


Fig. 14.
Apparatur zum Wickeln der Verbindungsmuffen.
A Eintritt der komprimierten Luft *C* Wickelkasten
B Trocken-Zylinder *D* Heizkörper

Die von den Kabelwerken Brugg (K.W.B.) angewandte Montagevorrichtung gewährleistet eine trockene Raumhaltung beim Wickeln der Muffen. Die Anordnung sei nachstehend näher beschrieben.

In Fig. 14 ist der Aufbau der Apparatur skizziert. Eine mit Elektromotor angetriebene Luftpumpe oder eine Druckluftflasche steht durch eine Trockenbatterie von drei Trockenflaschen in Verbindung mit einer Wickelkammer. Die Pressluft wird in der Trockenbatterie vollständig getrocknet. Die Wickelkammer lässt durch ca. 100 kleine Bohrungen die getrocknete und erwärmte Luft auf die Wickelstelle strömen. Durch eine vorgeschaltete Druckkammer wird dafür gesorgt, dass zwischen Wickelkammer und Aussenluft eine ständige Druckdifferenz von ca. 0,1 bis 0,2 Atm. besteht. Diese Druckdifferenz verhindert in vollkommener Weise jedes Zuströmen der kalten, feuchten Aussenluft zur Arbeitsstelle. Die Abmessungen der Wickelkammer sind so gehalten, dass der Monteur ohne Behinderung die Bewicklung durchführen kann. Diese Anordnung hat ferner den grossen Vorteil, dass nicht ein langes Stollenstück gut abgeschlossen werden muss, um durch stärkere Erwärmung etc. möglichst trocken gehalten zu werden, was ohnehin nur unvollkommen durchzuführen wäre. Ueberdies werden durch dieses Verfahren die Nachteile bei Arbeiten in überheizten Räumen vermieden.

Der Aufbau der Muffe selbst erfolgt in enger Anlehnung an die Theorie des Maxwellschen Kondensator-Modells. Eine eingehende Arbeit über dieses Problem findet der Leser im Archiv für Elektrotechnik, XVII. Band, 1927, von Dr. F. Loebner. Die Anwendung des Kondensator-Modells erlaubt für jeden beliebigen Punkt des Dielektrikums die entsprechende spezifische Beanspruchung zu bestimmen. Die elek-

trische Beanspruchung einer Muffe ist infolge der auftretenden Längsbeanspruchung nicht mehr so eindeutig bestimmt wie diejenige des Kabels. Im Kabel ist die Längsfeldstärke gleich Null. Anders verhält es sich in dieser Hinsicht bei Muffen. Durch das Abschneiden des Bleimantels und der deswegen entstehenden grossen Kapazitätsänderung erhalten wir eine sehr hohe Längsfeldstärke, welche ohne entsprechende Massnahmen zur Zerstörung der Verbindungsmuffe führen muss. Durch abrunden des kantigen Bleiabschnittes und durch langsame Ueberführung der Feldlinien in

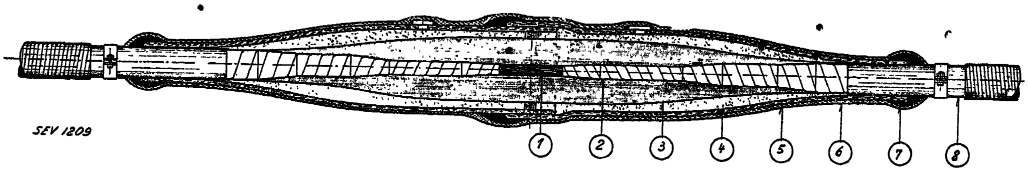


Fig. 15.
Verbindungsmuffe.

1 Cu-Verbinder
2 Kabelisolation
3 Wickelpapier
4 Füllmasse
5 Bleimuffe
6 Juteschutz
7 Verlötung
8 Bleimantel

einen planparallelen Teil erhalten wir unschädliche Beanspruchungen. Die in der Oberhasli-Anlage eingebauten Muffen sind in longitudinaler Richtung maximal mit 176 V/mm beansprucht. Die vertikale Komponente berechnet sich zu 940 V/mm. Diese niedrig gehaltenen Beanspruchungen bieten alle Gewähr für einen sicheren Betrieb.

Nach beendigter Bewicklung wird ein metallischer Belag auf die Muffe gebracht. Derselbe besteht in erster Linie aus einem Cellonlackanstrich, in welchen ein Stanniolband eingewickelt wird. Dadurch ist das elektrische Feld geometrisch bestimmt. Eine Bleimuffe dient als Schutz gegen Feuchtigkeit und mechanische Beanspruchungen. Aehnlich wie das Kabel wird diese Bleimuffe gegen chemische Agentien durch einen Metallack und eine reichliche Bewicklung mit getränktem Band geschützt (Fig. 15).

Ein weiterer Schutz durch ein Metallgehäuse ist in Anbetracht der Verlegungsart in Sand, wo die Muffe mechanischen Verletzungen nicht mehr als das Kabel ausgesetzt ist, nicht notwendig. Der enge Kontakt zwischen feuchtem Sand und Bleimantel der Wickelmuffe ist auch thermisch äusserst günstig und vorteilhaft.

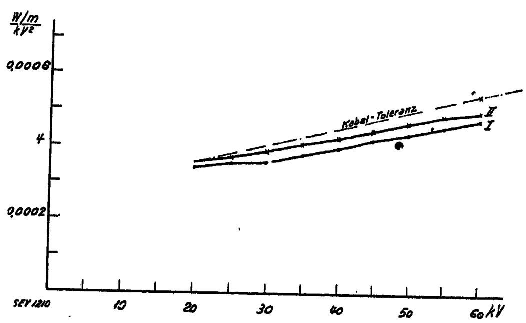


Fig. 16.
Dielektrische Verluste in Funktion der Spannung, gemessen an einer im Kabelstollen hergestellten Probemuffe.
I Erste Messung II Zweite Messung

Messungen an Muffen. Aehnlich wie beim Kabel suchte man durch Messungen Einblick in die dielektrischen Verhältnisse der Muffe zu erhalten. Eine einfache Anordnung liess ein fehlerfreies Messen der dielektrischen Verluste der Muffen mit der Scheringbrücke zu.

Der die Profilkurve bestimmende leitende Belag (kaschierte Folie) wurde bis auf einige mm an den Bleimantel geführt. Eine direkte Verbindung war nicht vorhanden. Dieser leitende Belag wurde nun an den einen Brückenzweig der Scheringbrücke gelegt und die Bleimäntel der beiden Kabel, welche gemufft waren, geerdet. Durch diese Schaltung ist es möglich, ohne die Verluste des Kabels in die Messung einzubeziehen, eine genaue Prüfung der Muffen durchzuführen.

Die Probemuffen, welche, wie bereits oben vermerkt, im Stollen montiert wurden, konnten in Guttannen geprüft werden. Zwei transportable Schering-Brücken in

Verbindung mit Presskondensator und Minosflaschen, ein Hochspannungs-Trocken-Transformator 500/200000 V, sowie die nötigen Spannungs-Strom- und Frequenz-Messinstrumente liessen eingehende Messungen zu.

Dieselben sind, um Messfehler möglichst auszuschalten, doppelt durchgeführt worden, d. h. jede Muffe wurde mit beiden Brücken gemessen. Die Spannungsmessung erfolgte mittels Kugelfunkenstrecke nach den amerikanischen Normalien, unter Berücksichtigung der relativen Luftdichte.

Die Messtemperaturen lagen zwischen 15 und 20 °C, sind aber infolge der grossen Temperaturschwankungen in Guttannen ungenau. Zum Vergleich mit den Verlustkurven der Kabel ist das Messresultat von einer Muffe in Fig. 16 dargestellt. Dasselbe zeigt deutlich, dass die befürchteten Feuchtigkeits- und Lufteinschlüsse nicht grossen Einfluss auf das rekonstruierte Kabeldielektrikum haben können. Wenn auch gegenüber dem Kabel eine wesentlich stärkere Steigung der $\frac{W/m}{kV^2}$-Werte zu konstatieren ist, so gibt die Kurve doch ein günstiges Bild über die elektrischen Eigenschaften der Muffen. In Anbetracht der sehr geringen spezifischen Beanspruchungen ist ein Versagen im Betrieb trotz der gegenüber dem Kabel etwas ungünstigeren Verlustkurve nicht zu befürchten.

An weiteren Versuchsmuffen im Laboratorium wurden Verlustkurven in Funktion der Muffentemperatur sowie Zeitdurchschlagskurven aufgenommen. Ferner konnten Erwärmungsversuche an der Verbindungsklemme durchgeführt werden. Die letztere ist so konstruiert, dass eine Erhöhung des Leiterdurchmessers nicht erfolgt und infolgedessen das rein spannungstechnische Verhalten recht günstig wird. Ansätze und Kanten treten bei dieser Konstruktion nicht auf. Der Ohmsche Widerstand der Leiterverbindung ist etwas geringer als der des Leiters selbst und es ist infolgedessen eine zusätzliche Temperaturerhöhung in belastetem Zustand nicht zu erwarten.

Endverschlüsse. Da sich die beiden Endpunkte der Kabel in geschlossenen Räumen befinden, wurde als günstigste Konstruktion von den K. W. B. Endverschlüsse mit Hartpapierisolatoren verwendet. Der Endverschluss besteht zur Hauptsache aus dem Aluminiumgehäuse, in welches das Kabel eingeführt wird, dem Flansch, welcher den Hartpapierisolator trägt und der Aluminium-Verschlusskappe. Die Konstruktionsdetails gehen aus Fig. 17 hervor. Die maximalen Beanspruchungen im Endverschluss werden wie in der Muffe durch eine Konusbewicklung auf unschädliche Werte gebracht. Die den Konus bestimmende Profilkurve verläuft ähnlich wie diejenige der Wickelmuffe und dementsprechend sind auch die Teilbeanspruchungen. Um auch den Isolator (Hartpapier) möglichst zu entlasten, sind die letzten Erfahrungen des Durchführungsbaues berücksichtigt worden. Das nachstehend beschriebene Verfahren nach A. Imhof zur Vermeidung von Glimmerscheinungen am Flansch, als der am stärksten elektrisch beanspruchten Stelle, wurde vorteilhaft angewandt.

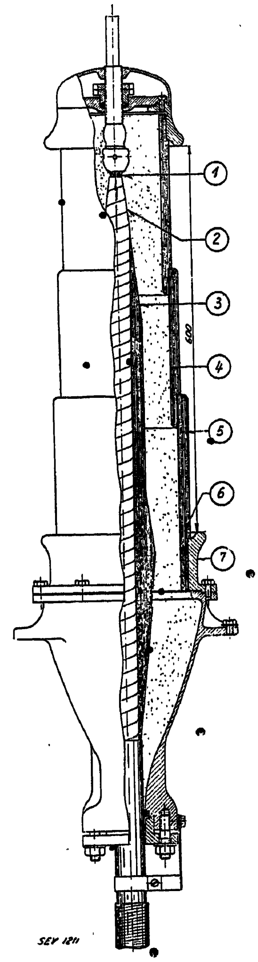


Fig. 17.
Endverschluss.

1 Cu-Leiter
2 Kabelisolation
3 Wickelkonus
4 Füllmasse
5 Hartpapierisolator
6 Glimmschutz nach Imhof
7 Aluminium-Gesimse

In den Hartpapierzylinder wird ca. 2 mm vom äusseren Rand ein leitender Belag eingewickelt, welcher mit dem Flansch verbunden bleibt. Dadurch, dass die Glimmkante statt in Luft in ein hochwertiges Dielektrikum eingebettet wird, werden unzulässige, die Isolation schädigende Beanspruchungen verhindert und auch die

Ueberschlagsspannung des Endverschlusses erhöht. Von Seiten der Bauleitung der K. W. O. wurde Wert auf eine möglichst hohe Ueberschlagsspannung gelegt. Diese liegt bei der ausgeführten Endverschlusstype bei ca. 170 kV_{eff} Wechselstrom.

Verlegung und Montage.

Das nicht einfache Problem der Verlegung dieser Kabel musste so gelöst werden, dass eine Beschädigung und Strapazierung der Kabel nicht zu befürchten war.

Ende August 1928 konnte mit den Verlegungsarbeiten der 50 kV Kabel Guttannen-Handeck begonnen werden. Die je ca. 10000 kg schweren Kabel wurden bis Innertkirchen per Bahn transportiert. Ab Innertkirchen erfolgte der Transport mittels Lastwagen in Verbindung mit einem von den K. W. O. konstruierten Spezial-Anhänger (Fig. 19).

Die Grimselstrasse liess ohne besondere Schwierigkeiten den Transport der Trommel von total 3,2 m Durchmesser zu. Alle Strassentunnel waren genügend hoch, so dass die Transporte von Innertkirchen nach Guttannen resp. „Stäubenden" anstandslos verliefen. Die von den Kabelwerken Brugg ausgeführte Transportpritsche hat sich sehr gut bewährt und wurde nicht nur für den Bahntransport, sondern vorteilhaft auch für den Strassentransport gebraucht.

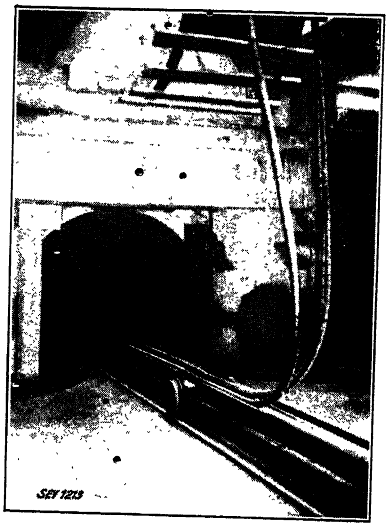


Fig. 18.
Einfahren der Kabel in den Stollen.

Die Verlegung geschah mittels eines Wagenzuges (Fig. 18), bestehend aus 151 Wagen von 6 m Länge. Durch eine Motorwinde war man in der Lage, den ganzen Zug an die richtige Stelle im Stollen zu befördern. Hierauf wurden die mittels des Wagenzuges an den Verlegungsort gefahrenen Kabel sorgfältig abgelegt und eingesandet.

Das Abrollen der Kabel auf den Wagenzug erfolgte von zwei Stellen, erstens von der Uebergangsstation Guttannen und zweitens von dem Baufenster „Stäubenden" aus. Es ist selbstverständlich, dass im Anfang grosse Schwierigkeiten zu überwinden waren, sei es beim Transport oder bei der Verlegung selbst. Die Verlegungsarbeiten, von denen Fig. 20 einen Moment festhält, waren Mitte Oktober beendet. Im ganzen waren in sechs Sektionen folgende Längen verlegt worden: 3 × 862 m, 3 × 905 m, 3 × 886 m, 3 × 907 m, 3 × 906 m, 3 × 545 m. Nach Verlegung der Sektion I und II wurde sofort mit der Montage der Muffen begonnen. In Schichten von je zwei Mann wurde Tag und Nacht gearbeitet, damit die heikle Wickelarbeit ununterbrochen vor sich ging. Die nähern Details der Muffenkonstruktion sind bereits oben skizziert. Die Muffen wurden mit grösster Sorgfalt unter möglichster Vermeidung störender Faktoren (Feuchtigkeit etc.) montiert (Fig. 21). Die K. W. O. stellten an jeder Muffenstelle elektrisches Licht und Kraft zur Verfügung. Dadurch war es möglich, die Wickelkasten zu heizen und zu beleuchten, was für die Ausführung dieser Arbeiten von grossem Vorteil war.

Die Muffenmontage begann Mitte September 1928 und war Mitte Oktober 1928 beendet. Vorschriftsgemäss mussten die 3 Bleimäntel alle 50 m miteinander durch Briden verbunden werden. Die Briden wiederum sind an das elektrisch durchverbundene Geleise mittels 8 mm Kupferdraht angeschlossen. Nach Verlegung und Montage sämtlicher 4 × 3 Kabel wird eine Erdverbindung zwischen dem Maschinenhaus Handeck und der Uebergangsstation Guttannen von, wie schon oben vermerkt, ca. 5000 mm² Bleiquerschnitt und 2110 mm² Eisenquerschnitt zur Verfügung stehen. Anschliessend an die Muffenmontage begannen die Arbeiten an den Endverschlüssen

(Fig. 22). Die näheren Konstruktionsdaten derselben sind ebenfalls weiter oben beschrieben worden. Die gesamte Montage war am 2. November 1928 beendet und die Anlage von diesem Zeitpunkt an betriebsbereit.

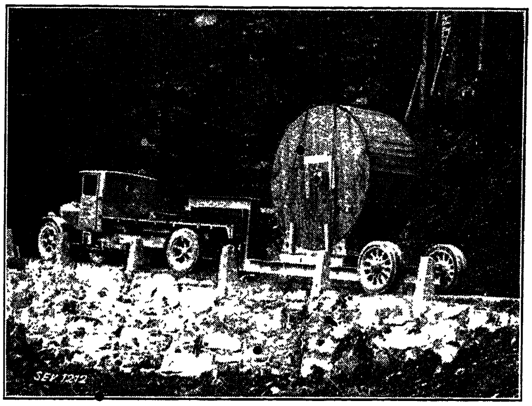


Fig. 19.
Transport der Kabel auf der Grimselstrasse.

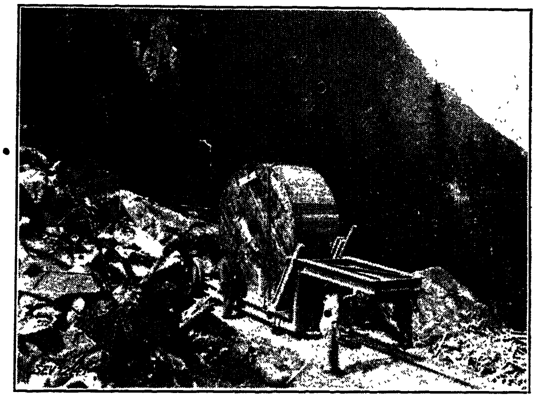


Fig. 20.
Verlegungsarbeiten.



Fig. 21.
Herstellung der Verbindungsmuffen.

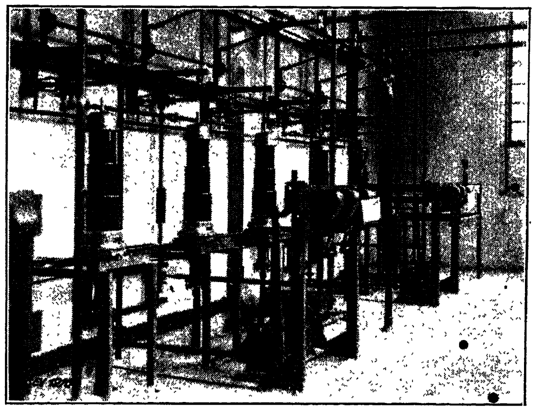


Fig. 22.
Montierte Endverschlüsse in der Uebergangsstation Guttannen.

Prüfung nach Verlegung.

Nach den Vorschriften des Pflichtenheftes musste die fertigmontierte Anlage mit 110 kV Gleichspannung während einer Stunde geprüft werden. Diese Prüfung wurde mittels einer transportablen Röhrengleichrichter-Anlage durchgeführt.

Vorgängig der Spannungsprobe wurden die Ohmschen Widerstände der einzelnen Phasen, sowie die Kapazitätswerte bestimmt. Die garantierten Werte waren in jeder Hinsicht eingehalten. Die Messungen basierten auf einer mittleren Kabeltemperatur, deren Wert einem aufgenommenen Stollen-Temperatur-Diagramm entnommen wurde.

Nach Inbetriebsetzung des Kraftwerkes Handeck sollen eingehende Messungen an den Kabelanlagen durchgeführt werden.

Es sei dem Verfasser hier gestattet, dem Besteller den Kraftwerken Oberhasli A.G. und in erster Linie Herrn Direktor Kaech und Herrn Oberingenieur Kleiner, für die tatkräftige Unterstützung der Arbeiten, sowie für die mannigfaltigen Anregungen bestens zu danken. Diese 50 kV-Kabelanlage wird für weitere Hochspannungskabel-Anlagen wertvolle Unterlagen schaffen.

Grundfragen der österreichischen Elektrizitätswirtschaft.

Von Dr. *Otto Siegel*, Berlin.

621.311(436)

Die Friedensverträge von 1919 brachten Oesterreich hinsichtlich seiner Brennstoffeinfuhr in hohem Masse in Abhängigkeit vom Ausland und rückten damit die Frage des Ausbaues seiner Wasserkräfte in den Vordergrund. Dementsprechend hat die Wasserkraftverwertung seit 1919 eine grosse Zunahme erfahren und ausschlaggebende Bedeutung erlangt. Der Autor beleuchtet diese Verhältnisse anhand von Zahlen und behandelt eingehend die Entwicklung und die Frage der Weiterführung der Elektrifizierung der österreichischen Bundesbahnen.

Les traités de paix de 1919 mirent l'Autriche sous la dépendance étroite de l'étranger en ce qui concerne le ravitaillement en combustible et la question se posa, pour y remédier, d'aménager les forces hydrauliques du pays. Depuis lors l'utilisation des forces hydrauliques a fait de grands progrès et acquis une importance économique capitale. L'auteur met cette situation en lumière par des chiffres et traite en détail le développement ainsi que la question de la poursuite de l'électrification des chemins de fer fédéraux autrichiens.

Der Ausbau der österreichischen Elektrizitätswirtschaft ist eine unbedingte Notwendigkeit. Er schwächt einmal die starke Abhängigkeit Oesterreichs vom Auslande hinsichtlich der Brennstoffeinfuhr ab und ermöglicht dadurch die Besserung der österreichischen Handelsbilanz. Ferner wird aber jedem Land, das sich im Besitze hinreichender Wasserkräfte befindet, die Aufgabe erwachsen, diese Kräfte in den Dienst der eigenen Volkswirtschaft einzuspannen. Die Abhängigkeit der österreichischen Volkswirtschaft vom ausländischen Brennstoffmarkt ist durch die Friedensverträge bedingt, während die alte österreichisch-ungarische Donau-Monarchie im alten Ländergebiet selbst über umfangreiche Lager verfügte, so dass sie in der Lage war, den gesamten Inlandsbedarf zu decken. Seit den Friedensverträgen liegen die Dinge wesentlich anders. Das Hauptgebiet für Brennstoffe wurde zur tschechoslowakischen Republik geschlagen, von der Oesterreich heute einen hohen Bestand von Brennstoffmaterial einführt.

In welch starkem Ausmass die heutige Tschechoslowakei für den Kohlenanteil Oesterreichs in Frage kommt, geht aus dem Ausweis des Ministeriums für öffentliche Arbeiten der Tschechoslowakei hervor, nach dem im Jahre 1923 in 338 selbständigen Betrieben Kohlen gefördert wurden. Von diesen 338 selbständigen Betrieben entfielen auf Böhmen 276, auf Mähren 27, auf Schlesien 31, auf die Slowakei 4 Betriebe, in denen insgesamt 110 256 Arbeiter beschäftigt waren. Die Gesamtförderung belief sich im Jahre 1923 auf 27 827 244 t, während in dem heutigen österreichischen Förderungsgebiete im gleichen Jahre nur etwa 2 800 000 t Kohlen gefördert wurden, also rund $^1/_{10}$ der Förderung der Tschechoslowakei. Es ist selbstverständlich, dass sich auf Grund dieser Tatsache eine erhebliche Kohleneinfuhr aus der Tschechoslowakei ergeben musste, die für Holz und Kohlen im ersten Halbjahr 1923 den Wert von 254 Mill. tschechischen Kronen darstellte, im zweiten Halbjahr von 212 Mill. tschechischen Kronen und im ersten Halbjahr 1924 von 315 Mill. tschechischen Kronen. Die Einfuhr von Steinkohle, Braunkohle und Koks nach Oesterreich überhaupt betrug zusammen im Jahre 1921 5 023 396 t, im Jahre 1922 5 809 781 t, eine Ziffer, die annähernd regelmässig die gleiche Höhe eingehalten hat. Das Angewiesensein auf die Einfuhr fremder Kohle verteuert naturgemäss die Gestehungskosten der österreichischen Volkswirtschaft, in erster Linie der Stahl- und Metallindustrie ganz erheblich und beeinträchtigt ihre Konkurrenzfähigkeit gegenüber dem Ausland. Das Missverhältnis zwischen der beanspruchten Menge und der eigenen Produktion an Brennstoffen hat daher massgebende Kreise der österreichischen Wirtschaft gezwungen, dem Ausbau der Wasserkräfte des eigenen Landes ein erhebliches Augenmerk zuzuwenden, um hierdurch die Verkehrsmittel und die industriellen Kräfte mehr auf die gewonnene elektrische Energie abzustellen und die volkswirtschaftliche Erzeugung mehr und mehr von der Einfuhr ausländischer Brennstoffmengen unabhängig zu machen. Ganz und gar kann dieses natürlich kaum erreicht werden, immerhin lässt sich der erforderliche Bedarf aus dem Aus-

lande durch Gewinnung eigener Energie ganz erheblich drosseln. Die Frage ist heute lediglich eine solche des Tempos, da der Ausbau der Wasserkräfte naturgemäss ganz erhebliche Kapitalinvestitionen erfordert.

Zu einem nicht geringen Bruchteil musste auch die erforderliche Brennstoffmenge für die österreichischen Bundesbahnen aus der Tschechoslowakei bezogen werden. Zwar hat sich das Verhältnis hier nicht unwesentlich gebessert, trotzdem lässt sich die Tatsache nicht wegleugnen, dass bis heute die österreichischen Bundesbahnen auf die Einfuhr fremder Kohlen angewiesen sind. In diesem Zusammenhang ist der Verteilungsschlüssel der für die österreichischen Bundesbahnen erforderlichen Brennstoffmengen interessant. Die österreichischen Bundesbahnen benötigten im Jahre

1923	752 000 t	tschechoslowakische Kohle	und	296 000 t	inländische	Kohle
1924	711 000 t	„ „	„	315 000 t	„	„
1925	411 000 t	„ „	„	450 000 t	„	„
1926	326 000 t	„ „	„	450 000 t	„	„

Ein wichtiges Gebiet der Entwicklung der gesamten österreichischen Elektrizitätswirtschaft ist daher auf die Entwicklung des Elektrifizierungsprogrammes der österreichischen Bundesbahnen abgestellt. Das Jahr 1928 ist in dieser Beziehung für die österreichische Volkswirtschaft von entscheidender Bedeutung geworden, da in diesem zahlreiche Debatten über die Fortführung der Elektrifizierung der einzelnen Strecken der österreichischen Bundesbahnen bzw. über die Beendigung derselben oder ihre Verlangsamung geführt wurden. Akut wurde diese Frage durch erstmalige Verhandlungen, die zwischen der Generaldirektion der österreichischen Bundesbahnen und industriellen Kreisen Ende des Jahres 1927 geführt wurden. Die Generaldirektion der österreichischen Bundesbahnen vertrat den Standpunkt, dass eine Rentabilität der Elektrifizierung nicht gegeben sei, dass vielmehr der Zinsendienst für das für die Elektrifizierung benötigte Kapital die Ersparnisse aus dem Minderverbrauch an Kohle weit überträfe und daher die Fortsetzung der Elektrifizierung über das bestehende Programm hinaus aus finanziellen Gründen nicht gerechtfertigt werden könne.

Ursprünglich hatte die Absicht bestanden, nach der Fertigstellung der Strecke Innsbruck-Salzburg die Elektrifizierungsarbeiten auf der Strecke Salzburg-Wien sowie Wien-Semmering-Graz einsetzen zu lassen. Die Verhandlungen wurden dann bald auf politisches Geleise geschoben und Ende des Jahres 1927 setzten im Oesterreichischen Nationalrat die Verhandlungen über die Fortführung der Elektrifizierungsarbeiten der österreichischen Bundesbahnen ein. Sie wurden eingeleitet durch eine Anfrage des Grossdeutschen Abgeordnetenverbandes und eine dringliche Anfrage des Sozialdemokratischen Abgeordnetenverbandes über die Frage der Elektrifizierung der Bundesbahnen, auf die durch Bundeskanzler Dr. Seipel die vorläufige Antwort erteilt wurde, dass wohl ein Beschluss des Vorstandes der Bundesbahnverwaltung bestehe, eine Fortführung der Elektrifizierungsaktion in diesem Zeitpunkt nicht ins Auge zu fassen, während sich die Verwaltungskommission mit diesem Gegenstand noch nicht beschäftigt habe. Auf einstimmigen Beschluss des Oesterreichischen Nationalrates wurde der Verkehrsausschuss des Nationalrates aufgefordert, über die Frage der Elektrifizierung der Bundesbahnen zu verhandeln.

Die Frage der Elektrifizierung der österreichischen Bundesbahnen stellte tatsächlich für die gesamte österreichische Oeffentlichkeit ein allgemein interessierendes Problem dar. Das lag einmal daran: die ungünstige geographische Lage Deutschösterreichs, die weiten Entfernungen der einzelnen Alpenländer von der Bundeshauptstadt Wien, die ganz im Nordosten des Staatsgebietes nach der ungarischen Grenze zu vorgeschoben liegt, macht es verständlich, dass sich jeder einzelne stärker an der Beurteilung dieses wichtigen Verkehrsproblemes interessiert fühlt. Darüber hinaus ist diese Frage aber auch für die gesamte Wirtschaft bedeutungsvoll, da durch sie eine Belebung der mit der Produktion von Verkehrsmitteln jeder Art

beauftragten Industrien im Zusammenhang steht, weil durch die Fortführung der Elektrifizierungsarbeiten fortdauernd 20 000 mehr Arbeitnehmer Beschäftigung gefunden hatten, die sonst den ohnehin stark überlasteten Arbeitsmarkt übervölkert hätten. Es ist demnach nicht verwunderlich, dass sich sämtliche parlamentarischen Parteien und überhaupt die gesamte österreichische Oeffentlichkeit mit grösstem Interesse der Behandlung der Frage der Fortführung der Elektrifizierungsarbeiten der österreichischen Bundesbahnen gewidmet haben.

Der Standpunkt der Generaldirektion der österreichischen Bundesbahnen beruhte auf einer Untersuchung, aus der hervorgehen sollte, ob es möglich wäre, die bisher durchgeführte oder in Durchführung begriffene Elektrifizierungsaktion durch Einbeziehung neuer Strecken fortzusetzen. Dabei schwebte ihr neben der Semmering-Strecke vor allem die verkehrsreichste und wichtigste Strecke Wien-Salzburg vor. Das Ergebnis der Prüfung der Generaldirektion verlief ungünstig, so dass sie zu der Auffassung gezwungen wurde, dass unter den derzeitigen Verhältnissen an eine Fortführung der Elektrifizierung nicht gedacht werden könne, da beim Vergleich der Kosten mit Dampflokomotiven einerseits und mit elektrischen Lokomotiven andererseits letztere um so viel höher sind gegenüber den ersteren, dass sie verantwortungsvollerweise eine Fortführung im Augenblick nicht anregen könnte. Die Berechnung der Generaldirektion der österreichischen Bundesbahnen führte zu dem Ergebnis, dass der elektrische Betrieb allein auf der Strecke Wien-Salzburg gegenüber dem Dampfbetrieb Mehrkosten von ca. 9 Mill.-Schilling pro Jahr verursachen würde, ohne dass diesen Mehrkosten Vorteile gegenüberstünden, die eine grössere Differenz zu Lasten des elektrischen Betriebes rechtfertigen würden, wie z. B. das raschere Befahren sehr steiler Rampen, die Vermeidung der Rauchplage in langen Tunnels, die Konkurrenzmöglichkeit gegenüber den in Zukunft elektrisch betriebenen Linien des Auslandes im West-Verkehr. Tatsache ist, dass auf der Strecke Wien-Salzburg sich nur wenige unbeträchtliche Tunnels befinden und, abgesehen von der näheren Umgebung Wiens, beträchtliche Höhenunterschiede nicht genommen werden müssen, wie es beispielsweise für die Semmering-Strecke sowie für die in den eigentlichen österreichischen Alpenländern bereits vorherrschenden elektrifizierten Strecken der Fall ist. Nach dem Urteil der Generaldirektion der österreichischen Bundesbahnen ist der Betrieb mit Dampflokomotiven in den letzten Jahren wesentlich billiger geworden, eine Entwicklung, die ihre Ursache in dem Rückgang der Kohlenpreise hat, während der Zinsfuss für Leihgeld noch immer annähernd 70 % höher läge als vor dem Kriege.

Uebrigens spielte in der Diskussion für und wider die Elektrifizierung der österreichischen Bundesbahnen auch das Schweizer Beispiel eine bestimmte Rolle. So wurde von Gegnern der Elektrifizierung die Behauptung aufgeworfen, die Elektrifizierung der Schweizerischen Bundesbahnen habe sich als ein Misserfolg erwiesen, ein Angriff, der sich im wesentlichen auf die Ausführungen des Schweizer Nationalrats Gelpke, der im Dezember 1926 die Gebarung der Schweizer Bundesbahnen lebhaft kritisiert hatte und als die eigentliche Grundursache der nicht sehr vorteilhaften Lage der Schweizer Bundesbahnen die übereilte Elektrifizierung angenommen hatte, stützte. Gegen den Angriff des schweizerischen Nationalrates Gelpke wandte sich am 31. Januar 1927 der Präsident der Generaldirektion der Schweizerischen Bundesbahnen Schrafl in einem Schreiben, das an den Präsidenten der Bundesbahnkommission des Schweizerischen Nationalrates, Nationalrat Couchepin gerichtet war. In dieser Antwort wurden die Vorwürfe des Nationalrates Gelpke Schritt für Schritt widerlegt. Es dürfte von allgemeinem Interesse sein, darauf hinzuweisen, dass sich die Argumente des Angriffes und der Verteidigung im wesentlichen entsprachen, so dass es auch nicht verwunderlich ist, dass gerade diese Kontroverse in der österreichischen Presse im Verlauf der Diskussion über die Fortführung der Elektrifizierung der österreichischen Bundesbahnen von gewisser Bedeutung gewesen ist.

Am 11. Januar 1928 fanden dann die Verhandlungen im Verkehrsausschuss des österreichischen Nationalrates statt, die sich mit der Fortführung der Elektrifizierung

befassten. Nach dem Bericht des Abgeordneten Heinl führte die Ueberprüfung des Standpunktes der Generaldirektion der österreichischen Bundesbahnen im Bundesministerium für Handel und Verkehr zu dem Ergebnis, dass nach Ansicht dieses Ministeriums die Auffassung der Generaldirektion zum Teil auf irrigen Voraussetzungen beruhte, zum Teil im einzelnen zu pessimistisch gehalten sei. Das Bundesministerium für Handel und Verkehr arbeitete ebenfalls seine Meinung in einer Denkschrift aus, die den gegensätzlichen Standpunkt gegenüber der Auffassung der Generaldirektion einnahm. Am 8. Januar 1928 wurde der Versuch unternommen, die Ansichten der Vertreter der Generaldirektion der Bundesbahnen mit jenen des Bundesministeriums für Handel und Verkehr auf eine gemeinsame Grundlage zu bringen, ein Versuch, der von vorneherein zum Scheitern verurteilt war. Bei einem Vergleich beider Denkschriften ergaben sich folgende grundsätzlichen Fragen: 1. die Kohlenfrage, 2. die Stromversorgungsfrage, 3. die Frage der Beurteilung des Wertes der für den elektrischen Betrieb getroffenen Herstellungen nach erfolgter Tilgung des für diese Herstellungen aufgewendeten Anlagekapitals, 4. die Frage der Berechnung der Transportkosten für die Materialien, die bei der Elektrifizierung erforderlich sind.

Bezüglich der Kostenfrage wurde im Bericht des Berichterstatters festgestellt, dass die Bundesbahnen die jährlichen Kohlenkosten der Strecke Wien-Salzburg bei einem gegenüber dem Verkehr des Jahres 1927 um 20 % gesteigerten Verkehr mit rund 7,5 Millionen Schilling berechneten. Diesem Betrag lag jener ausserordentlich niedrige Kohlenpreis zu Grunde, der in Kohlenabschlüssen der letzten Zeit erzielt wurde und bis zu dem Jahre 1929/30 läuft. Nach dem Urteil des Berichterstatters war nun zu erwägen, ob in Zukunft diese günstige Kohlenmarktlage andauern wird, was nach Ansicht der Obersten Bergbehörde nicht anzunehmen ist. Die gegenwärtigen niedrigen Löhne würden im Einklang mit der allgemeinen Hebung der Lebenshaltung auch der Bergarbeiter gewiss zu beträchtlichen Lohnsteigerungen führen. Dazu würde sicher die zunehmende Valorisierung der Tarife eine Erhöhung der Kohlenpreise veranlassen. In zweiter Linie stand dann die Stromversorgungsfrage zur Diskussion. Der Auffassung der Generaldirektion der österreichischen Bundesbahnen lag für den früher erwähnten gesteigerten Verkehr der Strecke Wien-Salzburg ein Strombedarf von $118 \cdot 10^6$ kWh jährlich zu Grunde, der aus einem oder mehreren bahnfremden Kraftwerken zu decken sei. Unklarheiten ergaben sich ferner bei der Beurteilung der Frage des Strompreises, der Rentabilität des elektrischen Betriebes und der Transportkosten für die bei der Elektrifizierung erforderlichen Materialien. Aus der Gegenüberstellung der Auffassungen der Generaldirektion der österreichischen Bundesbahnen und des Bundesministeriums für Handel und Verkehr ergab sich ziffernmässig ausgedrückt insgesamt eine Differenz von rund 14,5 Millionen Schilling. Das Bundesministerium für Handel und Verkehr errechnete für Strompreise von 7, 6 und 5 Groschen/kWh einen jährlichen, günstigeren Erfolg des elektrischen Betriebes auf der Strecke Wien-Salzburg gegenüber dem Dampfbetrieb von 3,5, 4,4 bezw. 5,3 Millionen Schilling jährlich, wobei das Anlagekapital mit 194 Millionen Schilling, also um 6 Millionen Schilling niedriger als in der Rechnung der Generaldirektion der österreichischen Bundesbahnen und um 44 Millionen Schilling höher als im Angebot der Elektrofirmen angenommen wird.

An die Ausführungen des Berichterstatters schloss sich ein Antrag, durch den die Regierung aufgefordert werden sollte, das gesamte vorliegende Material nochmals überprüfen zu lassen, und zwar: erstens durch vom Professorenkollegium der Technischen Hochschule zu Wien zu bestimmende Sachverständige in technisch-wirtschaftlicher Beziehung, zweitens durch unabhängige Sachverständige des elektrischen Bahnbetriebes, des Dampfzug-Förderungsdienstes, des Werkstättendienstes, des finanziellen und Rechnungsdienstes. Das Ergebnis dieser Ueberprüfungen sollte dem Ausschuss spätestens bis zum 15. März 1928 vorgelegt werden.

Zur Durchführung des oben gekennzeichneten Beschlusses des Verkehrsausschusses des Nationalrates forderte die österreichische Bundesregierung das Professorenkollegium der Technischen Hochschule in Wien auf, Sachverständige zur

Beantwortung massgebender Fragen über die Fortführung der Elektrifizierung der österreichischen Bundesbahnen namhaft zu machen. Diese an die Sachverständigen gerichteten Fragen bezogen sich einmal darauf, mit welchem Kostenaufwand die Umgestaltung der Schwachstromanlagen angenommen werden sollte, ob die Erstbeschaffung von Reserveteilen dem Kapitalaufwand zuzuschreiben ist, mit welchem Prozentsatz für Unvorhergesehenes zu rechnen ist, schliesslich um wie viel sich die von den Elektrofirmen mit 151 Millionen Schilling angenommenen Anlagekosten erhöhen, wenn die Verkehrsziffer mit 2890 Millionen Brutto t/km angenommen wird. Die weiteren Fragen bezogen sich darauf, ob die vollen Frachtsätze gerechtfertigt sind, welcher Satz gerechtfertigt ist und wieviel Prozent der Bausumme der jeweilige Unterschied ergibt, ferner, ob der Bauwert, der Jetztwert oder ein anderer Wert als Gegenposten für wegfallende Lokomotiven in Abzug zu bringen ist, welche Ersparnisse an Frachtkosten eingestellt werden können, wenn die Bundesbahnen auf den elektrischen Betrieb übergehen und deshalb für die betreffenden Linien keine Kohlen heranzuführen haben würden. Nach der Auffassung der Generaldirektion der Bundesbahnen nahm diese einen Energieaufwand von 118 Millionen kWh an, während ihnen heute aus eigenem Bedarf 25 Millionen Kilowattstunden zur Verfügung stehen, so dass sie nur noch 93 Millionen Kilowattstunden zu beschaffen hätten. Die Sachverständigen hatten die Frage zu prüfen, ob den Bundesbahnen — wie es deren Generaldirektion in ihrer Auffassung festgelegt hatte — infolge allgemeiner Verkehrssteigerung im Zeitpunkt der Beendigung der Strecke Salzburg-Wien keine Ueberschüsse mehr zur Verfügung stehen würden. Die Sachverständigen sollten sich dann weiterhin mit dem Unterschied in den Erhaltungskosten der Lokomotiven, sowie mit der Frage der Ersparnisse an Mannschaft beschäftigen.

Das Professorenkollegium der Technischen Hochschule zu Wien machte als Sachverständige die Professoren: Ingenieur Findeis, Ingenieur Dr. Leopold Orley, Honorardozent Sektionschef i. R. Ing. Rihosek und Dr. Ing. Engelbert Witt namhaft, während vom Ministerrat der Präsident der Oesterreichischen Nationalbank, Minister a. D. Dr. Richard Reisch, Sektionschef a. D. Ing. Eduard Scheichl, Ministerialrat a. D. Ing. Karl Schäffer und Oberbaurat Ing. Moritz Gerbel in das Sachverständigenkollegium entsandt wurden.

Der zuerst anberaumte Termin des 15. März konnte für die abschliessende Erstattung des Sachverständigen-Gutachtens nicht eingehalten werden. Es stellte sich bald heraus, dass die umfassenden Vorarbeiten hierfür nicht fertig gestellt werden konnten. Die Auffassung der Sachverständigen war nicht einheitlich, vielmehr wurden von ihnen zwei verschiedene Gutachten ausgearbeitet, von denen sich das eine für die Fortführung der Elektrifizierungsarbeiten der österreichischen Bundesbahnen aussprach, das andere dagegen. Das Mehrheitsgutachten, das sich für die Fortführung der Elektrifizierungsarbeiten aussprach, gelangte zu dem Ergebnis, dass es angezeigt sei, die Elektrifizierung der den Gegenstand der Untersuchung bildenden Strecke Wien-Salzburg in dem Augenblick in Angriff zu nehmen, in dem die bestehende Strecke bis Salzburg beendet ist. Die Einschaltung einer kurzen Pause vermöchte keine belangreichen Vorteile zu bringen, würde aber störend auf das Wirtschaftsleben und den Arbeitsmarkt einwirken; eine lange Pause dagegen erschiene mit Rücksicht auf die Elektrifizierungsarbeiten der Nachbarstaaten und aus dem Gesichtspunkt einer zielbewussten Entwicklung des österreichischen Verkehrswesens heraus unzweckmässig. Demgegenüber hat sich das Minderheitsgutachten auf den Standpunkt gestellt, dass die Einschaltung einer Pause nach Beendigung der bestehenden Strecke bis einschliesslich Salzburg von grossem Nutzen wäre.

Auch in der Berechnung der Rentabilität ist insofern eine Differenz zwischen den beiden Gutachten festzustellen, als die von der Generaldirektion der Bundesbahnen selbst auf 1 Million Schilling bezifferten idealen Vorteile der Elektrifizierung von der Mehrheit mit 1,5 Millionen Schilling geschätzt wurden, während das Minderheitsgutachten sie durch gleichwertige Nachteile der Elektrifizierung (leichtere Störungs-

möglichkeit durch Krieg, Aufstand, Zusammenstoss auf der Strecke, höhere Gefährlichkeit usw.) kompensiert. Infolgedessen gelangt die Mehrheit zu einer jährlichen Betriebsdifferenz von nur 925 000 Schilling, während die Minderheit zu einem um 1,5 Millionen Schilling höheren Defizit, also zu 2 425 000 Schilling, gelangt. In den übrigen Posten der Vergleichsrechnung stimmen sämtliche Gutachten überein.

Dagegen ergeben sich erhebliche Unterschiede gegenüber der Berechnung der Generaldirektion der österreichischen Bundesbahnen, die in ihrer Denkschrift ein Gesamtdefizit von 8 735 000 Schilling errechnet hatte, das durch das Mehrheitsgutachten auf nicht ganz eine Million Schilling herabgedrückt wird.

In diesem Zusammenhang erscheint es wichtig, die Auffassung der wirtschaftlichen Körperschaften Oesterreichs zur Fortführung oder Unterbrechung der Elektrifizierungsarbeiten der österreichischen Bundesbahnen zu hören. So beschloss die Wiener Kammer für Handel, Gewerbe und Industrie in ihrer Vollversammlung vom 28. November 1927 bei der Bundesregierung vorstellig zu werden, die geplante Unterbrechung in der Elektrifizierung der österreichischen Bundesbahnen, sowie im Bau von elektrischen Wasserkraftanlagen nicht eintreten zu lassen, sondern von Staats wegen alle diesbezüglichen Bestrebungen, sowie die betreffenden Unternehmungen mit aller. Kraft zu unterstützen. Die Vertretung der Elektroindustrie wurde gleichfalls bei der Bundesregierung vorstellig; die Steirische Industrie sprach sich dahin aus, dass die Einstellung der Elektrifizierungsarbeiten bei den österreichischen Bundesbahnen für die Steiermark in industrieller, sowie in volkswirtschaftlicher Beziehung einen schweren Schlag bedeute. Der Hauptverband der Industrie Oesterreichs beschäftigte sich ebenfalls seinerseits auf das eingehendste mit dem gesamten Material, insbesondere mit der von den Elektrofirmen gegebenen Aufstellung der Investitions- und Betriebskosten und kam auf Grund dieser Unterlagen zu dem Schluss, dass eine Unterbrechung der Elektrifizierungsarbeiten aus finanziellen Gründen nicht geboten sei. Zwischen der österreichischen Elektroindustrie und der Generaldirektion der österreichischen Bundesbahnen wurden Denkschriften gewechselt. Im Oberösterreichischen Landtag wurde einstimmig ein Antrag angenommen, nach dem der Landeshauptmann von Oberösterreich ersucht wird, mit allen ihm zur Verfügung stehenden Mitteln bei der Bundesregierung namens des Landes Oberösterreich die Elektrifizierung der Strecke Salzburg-Wien zu verlangen und zu fordern, dass das Land Oberösterreich im Falle der Fortführung der Elektrifizierungsarbeiten in gleicher Weise wie die anderen Bundesländer berücksichtigt würde.

Im Augenblick ist die Diskussion über die Fortführung der Elektrifizierung der österreichischen Bundesbahnen etwas in den Hintergrund getreten. Dagegen konnten im Laufe der Zeit kleine praktische Verbesserungen auf dem Gebiete der Elektrizitätswirtschaft überhaupt verbucht werden. Sie erstrecken sich auf das Mallnitz-Werk und das Stubach-Werk, sowie die Unterwerke Saalfelden, Schwarzach-St. Veit und andere Werke. Ueber den Ausbau der Westtiroler Wasserkräfte wurden neue entscheidende Verhandlungen geführt. Als der grösste Stromabnehmer für das projektierte Westtiroler Kraftwerk kommt das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk in Betracht, das sich selbst um die Konzession bewirbt. Demgegenüber wollen die österreichischen Interessenten, die Niederösterreichische Escompte-Gesellschaft und die Bodenkreditanstalt, die Westtiroler Kraftwerke mit den zu ihrem Konzern gehörenden österreichischen Elektrofirmen ausbauen. Das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk ist damit beschäftigt, die Fernleitung vom Rheinland nach Tirol auszubauen. In Kärnten beabsichtigen führende Persönlichkeiten des Kärntner Elektrizitätswesens ein neues Wasserkraftwerk des ganzen Reissäckergebietes zum stufenweisen Ausbau zu errichten. Die in der letzten Zeit zwischen der Zillertaler Kraftwerke A.G., der Tiwag und Wiener Finanzinstituten geführten Verhandlungen wurden abgeschlossen. Der festgelegte Vertrag betrifft nur die Stromverwertung aus dem vorgesehenen ersten Ausbaustadium des Zillertaler-Werkes. Von diesem Strom werden etwa 15 % zur Verwertung durch die Zillertaler Interessenten verbleiben, den übrigen Teil übernimmt die Tiwag gegen Bezahlung von jährlich einer

Million Schilling. Die Baukosten des ersten Ausbaustadiums sind auf rund 14 Millionen Schilling veranschlagt.

Das Oesterreichische Wasserkraft- und Elektrizitätswirtschaftsamt hat gemeinsam mit dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft eine genaue Statistik über den Ausbau der Grosswasserkräfte Oesterreichs fertiggestellt.

Im Jahre 1918 bestanden danach 43 Stromlieferungsunternehmungen, 93 Eigenanlagen und 4 Bahnkraftwerke. Bis zum 31. Dezember 1927 ist diese Zahl auf fertiggestellte und in Betrieb befindliche 76 Stromlieferungsunternehmungen, 136 Eigenanlagen und 6 Bahnkraftwerke gestiegen, zu denen sich noch weitere 7 Stromlieferungsunternehmungen, 6 Eigenanlagen und 2 Bahnkraftwerke gesellen, die sich ab 1. Januar 1928 im Bau befanden. Die Jahresmittelleistung an den Turbinen ist von 165000 kW Ende 1918 auf 370000 kW, einschliesslich der sich noch ab 1. Januar 1928 im Bau befindlichen Werke gestiegen, die Ausbauleistung (Turbinen) von 240000 kW auf 800000 kW unter der gleichen Voraussetzung und ihr grösstes Jahresarbeitsvermögen von $1284 \cdot 10^6$ kWh auf $2795 \cdot 10^6$ kWh.

Die grösste Zunahme in der Zahl der Anlagen zeigt Niederösterreich mit Wien, die von 26 auf 44 zugenommen haben. Dann folgen Kärnten mit einer Zunahme von 20 auf 39, Oberösterreich von 20 auf 34. Der Leistungsvermehrung nach steht Vorarlberg an der Spitze, wo sich die Leistung nahezu vervierfacht hat. Dann folgen Tirol, Kärnten, Niederösterreich mit Wien und Oberösterreich. Nach dem Verwendungszweck der elektrischen Kraft in den Eigenanlagen werden herausgehoben: die chemische Industrie, Holz- und Papierindustrie, Bergbau und Hüttenwesen, sowie Maschinenfabriken, Baustoff- und Glasfabriken und Textilwerke. Die Zahl der Eigenanlagen hat von 93 auf 142 zugenommen und diese stellen eine ansehnliche Menge an jährlicher Arbeitsleistung, die etwa die Hälfte jener Leistung erreicht, über welche die Stromlieferungsunternehmungen verfügen. Die stärkste Zunahme in der Verwendung weist die elektrische Energie in den Eigenanlagen auf. Kärnten, Steiermark und Tirol stehen mit ihren Eigenanlagen an der Spitze. Die Bahnkraftwerke endlich verteilen sich auf Salzburg, Niederösterreich mit je einem Werk, Tirol, Vorarlberg und Kärnten mit je zwei Werken.

Auch auf gesetzlichem Wege hat die Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft in Oesterreich Fortschritte gemacht. So konnte im Sommer 1928 das Elektrizitätsförderungsgesetz parlamentarisch verabschiedet werden. Dasselbe sieht eine fakultative Befreiung von der Körperschaftssteuer für grosse hydraulische Werke (mit einer Mindestleistung von 5000 Brutto PS) vor, die mindestens für 10, höchstens für 20 Jahre nach Betriebsbeginn erteilt werden kann. Der Baubeginn muss zwischen dem 1. Januar 1919 und dem 31. Dezember 1931 liegen, die Ausführung von inländischen Firmen durchgeführt und die Maschinen und Betriebseinrichtungen inländischen Ursprungs sein. Die elektrische Energie muss mit 55 % an dritte abgegeben werden. Für den Fall der Lieferung an das Ausland muss auf die Deckung des inländischen Strombedarfes Bedacht genommen werden. Die Befreiung von der Bundessteuer ist an gleichzeitige Befreiung von den Ländern- und Gemeindeabgaben gebunden. Es handelt sich also in diesem Gesetz in der Hauptsache um Befreiung von Steuern und Gebühren, um auf diesem Gebiete eine möglichste Erleichterung der Elektrizitätswirtschaft zu schaffen.

Von grösster Wichtigkeit für die gesetzliche Regelung der Elektrizitätswirtschaft und die wirtschaftlichen Ausbaumöglichkeiten derselben ist das neue Elektrizitätsgesetz [1]) vom 2. Juli 1929. Die 64 Paragraphen dieses Gesetzes regeln sämtliche Materien der österreichischen Elektrizitätswirtschaft von einheitlichem Gesichtspunkt aus. Es ist zu hoffen, dass die Hemmnisse, die sich augenblicklich einer positiven Entwicklung der österreichischen Elektrizitätswirtschaft entgegenstellen, auf allen Gebieten möglichst bald beseitigt werden, damit die Möglichkeit geboten ist, dass sie sich im Sinne einer gesunden Wirtschaftspolitik überhaupt entwickelt.

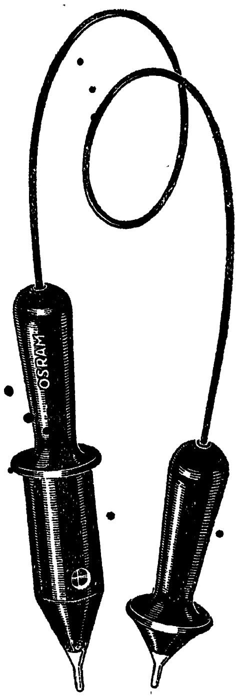
---

[1]) Siehe Bull. S.E.V. 1925, No. 8, S. 226 und 1929, No. 19, S. 680.

Technische Mitteilungen. — Communications de nature technique.

Der Osram-Spannungssucher. 621.317.5

Die Osram A.-G. bringt einen dem Neongas-Spannungsanzeiger der Philips Lampen A.-G. (siehe Bull. S. E. V. 1928, No. 22, S. 740) ähnlichen Spannungssucher auf den Markt.



Der Osram-Spannungssucher besteht aus einem stabilen, mit einer Metallkontaktspitze versehenen Gehäuse aus Isoliermaterial, in dem eine kleine Spezial-Glimmlampe und ein vorgeschalteter hochohmiger Widerstand enthalten sind. Vom Widerstand aus führt ein 60 cm langes Kabel zur zweiten, an einem Handgriff endenden Kontaktspitze. Das Gehäuse hat zwei kreisrunde Oeffnungen, durch die man die Glimmlampe sieht, und zwar abgedeckt durch eine Schablone, in der ein Plus- und ein Minuszeichen eingestanzt sind.

Die Glimmlampe leuchtet beim Anlegen der beiden Kontakte an die Leitung auf. Ohne Auswechslung der Lampe oder des Widerstandes können Gleich- und Wechselstromleitungen von 110 bis 750 V auf das Vorhandensein von Spannung geprüft werden. Es kann auch festgestellt werden, ob die Leitung Gleich- oder Wechselstrom führt. Bei Wechselstrom leuchtet sowohl das Plus- als auch das Minuszeichen auf, während bei Gleichstrom nur eines der beiden Zeichen erhellt wird. Leuchtet das Pluszeichen auf, so liegt die Gehäusespitze am Plusleiter; beim Aufleuchten des Minuszeichens liegt sie am Minusleiter.

Die Eigenschaft der Glimmlampe, bei verschiedenen Spannungen unterschiedlich hell zu leuchten, lässt ferner Schlüsse auf die Höhe der Spannung zu. Man kann bei einiger Uebung durch die verschiedenen Helligkeitswerte unschwer unterscheiden, ob man z. B. eine 110, 220 oder 550 V-Leitung vor sich hat.

Diesel-Grosskraftwerk in Australien. 621.312.133

Die Bergwerksgesellschaften von Broken Hill in Australien haben ein Dieselkraftwerk in Auftrag gegeben, das an Ausbauleistung das bisher bedeutendste der Welt ist und das mit Sulzer-Dieselmotoren ausgerüstete Werk von Shanghai noch übertrifft. Die Minen der erwähnten Gesellschaft wurden bisher durch mehrere verteilte Dampfkraftwerke mit Energie versorgt. Das Dieselkraftwerk soll die Belastung dieser Dampfkraftwerke übernehmen. Die Anlage umfasst 6 Sulzer-Zweitakt-Dieselmotoren von je 2150 kW Leistung, die mit je einem Dreiphasen-Schwungrad-Generator von 2500 kVA bei 40 Per./s und 6900 V gekuppelt sind. Zur Drucklufterzeugung für die Bergwerksbetriebe sind noch 4 Dieselkompressorengruppen von je 900 kW vorgesehen. Nach der Fertigstellung der Anlage wird die installierte Normalleistung 16 500 kW betragen. Die Motoren ertragen eine zeitlich beschränkte Ueberlast von 20 %. Die zunehmende Verwendung von Dieselmotoren in Kraftwerken ist auf ihre Wirtschaftlichkeit, Betriebssicherheit und unmittelbare Betriebsbereitschaft zurückzuführen.

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Umbau und Erweiterung der Umformerstation Selnau. 621.312.64

Der Stadtrat Zürich beantragt dem Grossen Stadtrat, für den Umbau und die Erweiterung der Umformerstation Selnau einen Kredit von 3½ Millionen Franken auf Rechnung des Elektrizitätswerkes der Stadt Zürich zu erteilen.

Bis heute wird der Station Selnau die Energie von den an der Fernleitung Albula-Wäggital-Zürich liegenden Haupttransformatorenstationen Albishof und Schlachthof durch Kabelleitungen in Form von Drehstrom mit einer Spannung von 6 kV zugeleitet. In der Beleuchtungs-Umformerstation wird der Drehstrom in Einphasen-Wechselstrom von 2 kV umgewandelt und über Kabel den auf dem Stadtgebiet verteilten Sekundär-Transformatorenstationen zugeführt, welche denselben auf die gebräuchliche Lichtspannung von 2 × 110 V hinunter transformieren. In der Tram-Umformerstation erfolgt die Umwandlung des Drehstromes von 6 kV in Gleichstrom von 600 V Spannung. Grosse Akkumulatorenbatterien dienen als Puffer für den Trambetrieb und hauptsächlich als Reserve bei Störungen in der Drehstromanlage.

Die Station ist schon längere Zeit an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit angelangt, so dass der ständig im Steigen begriffene Energieverbrauch im Wechselstromnetz und für die Strassenbahn dringend eine Verstärkung der

Anlagen verlangen. Nachdem man mit der Vereinigung von Beleuchtungsumformern, Strassenbahngleichrichtern und Haupttransformatorenstationen unter einem Dache bei der Station Drahtzug gute Erfahrungen gemacht hat, entschloss man sich, dieses System auch für die Station Selnau anzuwenden.

Auf dem Platze der bisherigen Strassenbahn-Umformerstation soll eine neue Maschinenhalle errichtet werden, welche vier Beleuchtungs-Umformergruppen, zwei Quecksilberdampf-Gleichrichter für die Strassenbahn und die Kommandostelle enthalten wird. Die Maschinenhalle wird mit dem Gebäude der jetzigen Beleuchtungs-Umformerstation verbunden und unter ein Dach gebracht. Dieser Gebäudeteil wird in einem Mittelbau die Akkumulatorenbatterien beherbergen, während der nördliche Flügel als 50-kV-Schalthaus und Haupttransformatorenraum ausgebaut wird. Von hier weg führen sechs Einleiterkabel der Sihl entlang bis zur Manegg, wo sie mit der 50-kV-Albula-Leitung in Verbindung stehen.

Diese Verbindungsleitung, welche vor etwa zwei Monaten verlegt wurde, ist bereits in Betrieb und speist eine provisorische Transformatorenstation 50/6 kV. Der Backsteinbau, welcher bisher die Strassenbahn-Umformergruppen enthielt, ist geräumt; eine dieser Gruppen und die Gleichstrom-Verteiltafel wurden provisorisch im Maschinensaal der Beleuchtungs-Umformerstation montiert. Da damit der Betrieb der Strassenbahn im Speisegebiet der Station Selnau nicht aufrecht erhalten werden könnte, werden die andern Strassenbahn-Umformerstationen zur Verstärkung herbeigezogen. In der Umformerstation Albishof arbeiten schon seit längerer Zeit tagsüber ein bis zwei Umformergruppen auf das Netz der Albisgütli-Linie und über deren Speisekabel auf die Sammelschiene Selnau. Auch die Gleichrichterstation Promenade gibt schon seit geraumer Zeit über zwei Verbindungskabel an die Station Selnau Energie ab. Im Depot Albisstrasse der Strassenbahn Zürich wird in nächster Zeit eine Gleichrichteranlage von 500 kW in Betrieb genommen, welche hauptsächlich zur Speisung der Linie nach Wollishofen dienen soll. In der Transformatorenstation Schlachthof wird ebenfalls eine Strassenbahn-Umformergruppe aufgestellt für die Speisung der Linien-Endstrecken nach dem Hardplatz und Letzigraben.

Auf diese Art soll es möglich sein, trotz des Umbaues, der mindestens zwei Jahre erfordern wird, die Energieversorgung für Licht-, Kraft- und Strassenbahnbetrieb ohne Unterbruch aufrecht zu erhalten.

Die Kosten für den Umbau und die Erweiterung der Station Selnau verteilen sich wie folgt:

	Fr.
Provisorien während des Umbaues .	75 000
Abbruch der alten Station und Neubau der Maschinenhalle	800 000
Umbau der Beleuchtungs-Umformerstation	489 000
Haupttransformatorenanlage . . .	400 000
Gleichrichteranlage der Strassenbahn	500 000
Bauleitung, Bauzinsen und Unvorhergesehenes	336 000
Total	3 500 000

Ha.

Unverbindliche mittlere Marktpreise je am 15. eines Monats.

Prix moyens (sans garantie) le 15 du mois.

			Nov. *nov.*	Vormonat Mois précédent	Vorjahr Année précédente
Kupfer (Wire bars) *Cuivre (Wire bars)*		Lst./1016 kg	83/10	84/15	75/5/–
Banka-Zinn . . . *Etain (Banka)* . .		Lst./1016 kg	175/–	206/–	234/–
Zink . . . . . . *Zinc*		Lst./1016 kg	20/10	23/7/6	24/5
Blei . . . . *Plomb*		Lst./1016 kg	21/12/6	23/7/6	21/10
Formeisen . . . *Fers profilés* . . .		Schw. Fr./t	130.–	130.–	125.–
Stabeisen . . . . *Fers barres* . . .		Schw. Fr./t	138.–	138.–	155.–
Ruhrnuss-kohlen *Charbon de la Ruhr*	II 30/50	Schw. Fr./t	45.80	45.80	46.50
Saarnuss-kohlen *Charbon de la Saar*	I 35/50	Schw. Fr./t	46.50	46.50	43.–
Belg. Anthrazit . . *Anthracite belge* .		Schw. Fr./t	79.80	79.80	70.–
Unionbrikets . . . *Briquettes (Union)* .		Schw. Fr./t	41.75	41.75	38.–
Dieselmotorenöl (bei Bezug in Zisternen) . . . . *Huile pour moteurs Diesel (en wagon-citerne)*		Schw. Fr./t	115.–	105.–	107.–
Benzin *Benzine*	(0,720) .	Schw. Fr./t	285.–	285.–	295.–
Rohgummi . . . . *Caoutchouc brut* .		sh/lb	0/8 3/8	0/10	0/9 1/16
Indexziffer des Eidgenössischen Arbeitsamtes (pro 1914=100) . . . *Nombre index de l'office fédéral (pour 1914=100)*			163	162	161

Bei den Angaben in engl. Währung verstehen sich die Preise f. o. b. London, bei denjenigen in Schweizerwährung franko Schweizergrenze (unverzollt).

Les prix exprimés en valeurs anglaises s'entendent f. o. b. Londres, ceux exprimés en francs suisses, franco frontière (sans frais de douane).

Aus Geschäftsberichten bedeutenderer schweizerischer Elektrizitätswerke.

Cie Vaudoise des Forces Motrices des Lacs de Joux et de l'Orbe, Lausanne, sur l'année 1928.

La quantité d'énergie distribuée a été de 73 242 000 kWh contre 42,8 million l'année précédente; l'augmentation provient principalement de la nouvelle usine de la Peuffaire qui a permis d'exporter 21 millions de kWh.

Au cours de l'exercice on a installé 8317 lampes et 375 moteurs. Les recettes ont passé de fr. 3 397 161 à fr. 3 785 331; l'augmentation est due à l'exportation qui a compensé la moins value subie par la fin des contrats avec les communes de Travers et de Fleurier.

Les dépenses d'exploitation se décomposent comme suit:

	fr.
Administration générale	198 457
Usine génératrices	186 330
Réseaux	768 453
Ateliers et magasins	45 745
Dépenses diverses (impôts, assurances etc.)	332 523
Intérêts des emprunts	538 466
Amortissements et versements dans divers fonds (moins prélèvement)	205 575
Les actionnaires touchent un dividende de	720 000
L'Etat de Vaud reçoit	653 567
Les Tantièmes au personel et au conseil se montent à	48 500

Au bilan les installations figurent à l'actif pour fr. 22 145 099, le capital actions est de 8 millions, le capital obligations de fr. 10 674 500.

—

Elektrizitätswerk der Stadt St. Gallen, pro 1928.

	kWh
Die im Berichtsjahre selbst erzeugte Energie betrug	4 430 688
die gekaufte Energie	14 702 382
Total	19 133 070

Nutzbar verkauft wurden für:

Beleuchtung	5 383 101
Kraft und technischen Betrieb	6 142 184
Wärmeabgabe	1 746 380
Tramabgabe	1 558 796
Total	14 830 461

gegenüber 13,47 Millionen im Vorjahr.

Die maximale Belastung betrug 7390 kW.

	Fr.
Die gesamten Betriebseinnahmen (worunter Fr. 3 304 500 aus dem Energieverkauf) betrugen	3 606 907
Die gesamten Betriebsausgaben (inklusive eine Reserve zugunsten eines Preisabbaues) erreichten	2 541 099
Der an die Stadtkasse abgelieferte Reingewinn betrug	1 065 808

Die Betriebsausgaben umfassen ausser den Ausgaben für Verwertung, Betrieb und Unterhalt

	Fr.
zur Verzinsung des Anlagekapitals	289 047
zu Amortisationen aller Art	539 130
zu Fremdstromankauf	710 083

Die gesamten bis Ende 1928 aufgewendeten Anlagekosten betrugen Fr. 13 551 443. Die Schuld an die Stadtkasse beträgt aber nur noch Fr. 5 377 164.

Elektrizitätswerk Winterthur, pro 1928.

Der Energieumsatz hat wieder um 9,3 % zugenommen; er betrug 38,4 Millionen kWh, wovon 2,9 Millionen zu Abfallpreisen verkauft wurden. Die Lieferung geschah ganz von den Elektrizitätswerken des Kantons Zürich. Der Anschlusswert betrug Ende 1928

	kW
für Licht	7 684
für motorische Zwecke	31 483
für Wärmezwecke	16 977

Die momentane Höchstbelastung betrug 9800 kW. Die aus dem Betriebe erzielten Einnahmen betrugen Fr. 3 382 011, wovon 3,2 Millionen Franken für die verkaufte Energie.

Diesen Einnahmen stehen folgende *Ausgaben* gegenüber für:

	Fr.
Energie	1 671 518
Passivzinsen	210 261
Verwaltung, Betrieb, Unterhalt und Versicherungen	496 746
Abschreibungen und Einlagen in den Reservefonds	450 640
Abgabe in die Stadtkasse	552 846

Das Installations- und Apparateverkaufsgeschäft brachte bei einem Umsatze von Franken 649 238 einen Reingewinn von Fr. 71 854. Bis Ende 1928 betrugen die gesamten Baukosten Fr. 7 878 658. Der Buchwert der Anlagen betrug Ende 1928 noch Fr. 3 551 303 und der Buchwert der Materialvorräte Fr. 607 572.

Production d'énergie électrique en Italie.

621.311(45)

Nous extrayons du n° d'août 1929 de la «Energia Elettrica» les chiffres suivants:

	kW
Puissances hydrauliques installées fin 1927	2 402 762
Puissances hydrauliques installées fin 1928	2 672 284
Puissances thermiques installées fin 1928	692 000

Quantité d'énergie emmagasinable fin 1928 dans les bassins d'accumulation:

	10^6 kWh
sur le versant des Alpes	717
dans les Appennins	136
en Sicile et en Sardaigne	106
La quantité d'énergie produite a été au total en 1927 de	7,653
en 1928 de	8,611

La part de l'énergie produite dans les centrales thermiques a passé de 1927 à 1928 de 243 à 178 millions de kWh, elle n'a donc atteint en 1928 qu'environ 2 % du total. La quantité d'énergie importée de Suisse s'est montée en 1928 à 229 millions de kWh. Les chemins de fer de l'Etat électrifiés ont absorbé en tout pendant l'exercice 1927/28 353 millions de kWh, dont ⅓ environ a été produit dans des centrales appartenant aux chemins de fer de l'Etat. On évalue la quantité d'énergie consacrée à l'éclairage à environ 10 % du total soit en moyenne 19 kWh par an et par habitant. Les habitants desservis n'atteignant cependant qu'environ le ⅔ de la population, la consommation d'énergie destinée à l'éclairage est donc d'environ 29 kWh par habitant desservi.

Miscellanea.

Dr. h. c. Gustave L. Naville †. Am 6. November verschied auf seinem Sommersitz in Bendlikon bei Zürich Dr. h. c. Gustave L. Naville im Alter von 81 Jahren. G. L. Naville studierte in den Jahren 1867 bis 1870 an der Maschineningenieurschule des Eidg. Polytechnikums. Nachdem er einige Jahre bei Gebrüder Sulzer in Winterthur tätig gewesen war, führte ihn ein rascher Aufstieg an die Spitze der Firma Escher, Wyss & Co. in Zürich, deren Direktionspräsident er bis zum Jahre 1902 blieb.

Grosse Verdienste erwarb sich der Verstorbene um die Aluminium-Industrie-Aktien-Gesellschaft Neuhausen, an deren Gründung (1887/88) er in entscheidender Weise beteiligt war und die dank seiner Mitarbeit und Leitung — lange Jahre als Vizepräsident, später als Präsident und seit 1920 als Generaldirektor — zu ihrer heutigen, über die Grenzen des Landes weit hinausreichenden Bedeutung wuchs.

Schon zwei Jahre nach Abschluss seiner Studien war Naville in den Eidg. Schulrat gewählt worden, dem er 28 Jahre lang als Vizepräsident vorstand. In Würdigung seiner Verdienste ehrte ihn die Hochschule im Jahre 1917 mit dem Dr. h. c.

G. L. Naville besass neben seinem umfassenden technischen Wissen eine tiefe Einsicht in die wirtschaftlichen Zusammenhänge, welche ihn zum Initianten und Mitgründer des Vereins Schweizerischer Maschinenindustrieller und einer Reihe weiterer wirtschaftlicher Verbände werden liess. 1888 bis 1892 war er Präsident der Gesellschaft ehemaliger Polytechniker, 1905 bis 1911 Präsident des Schweizerischen Ingenieur- und Architektenvereins. Im Militär bekleidete G. L. Naville den Grad eines Obersten des Genie.

Personalnachrichten. Der Gemeinderat von Baden (Aargau) wählte an Stelle des am 8. Juni d. J. verstorbenen Direktor Eugen Diebold als Direktor der Städtischen Werke Ingenieur *Theodor Zambetti,* bisher Direktionsadjunkt des Elektrizitätswerkes der Stadt Lugano. Hr. Zambetti hat die Stelle am 1. November angetreten.

Fusion de fabriques de compteurs. Nous apprenons que la S. A. «Chasseral» à St-Imier a fusionné en octobre passé avec la Société des compteurs SIP S. A. à Genève. La nouvelle société prend la raison sociale: «Société de compteurs de Genève, SODECO». La «Chasseral» a fermé ses portes le 26 dernier. Sa fabrication sera continué à Genève. La plus grande partie de son personnel a été engagé par la «SODECO».

Literatur. — Bibliographie.

Annuaire Electrotechnique Tchécoslovaque 1929. (Elektrotechnická rocenka ESC 1929.) Publié par l'Elektrotechnicky svaz ceskoslovensky («ESC»), Prague XII. Vocelova 3; rédaction M. V. Pťácek. Format A 4, 296 p., nombreuses illustrations et diagrammes, 2 tables colorées, 5 cartes. Prix, rélié, 200 couronnes tchécoslovaques.

Le livre a un caractère jubilaire, étant édité dans la dixième année de l'existence de l'«ESC». Après une revue de l'activité de l'Union, les nouvelles normes et les nouveaux compléments des prescriptions de sécurité sont publiés, suivis d'une table reproduisant les marques de qualité attribuées par l'ESC au divers matériel électrotechnique. Viennent ensuite: une carte du pays avec indications du service des inondations; informations sur l'industrie électrotechnique; mouvements des prix, exportations et importations (en 1928 imp. 265 millions de couronnes, exp. 110 mill.); table sur l'activité du poste central de l'étalonnage; liste des brevets récents et des marques déposées.

L'œuvre donne aussi des renseignements sur l'éducation des électriciens et une liste de bibliographie tchèque sur l'électrotechnique.

La partie consacrée à la production et distribution de l'énergie électrique est introduite par une courte revue sur l'œuvre de l'électrification systématique; elle apporte ensuite une statistique détaillée des 456 usines centrales vendant de l'énergie au public. La production totale du pays, y compris les usines privées produisant de l'énergie pour leur propre besoin, a été en 1927 de 1700 millions de kWh, ce qui fait 125 kWh par habitant, indiquant un accroissement annuel de 12,5 %. La longueur totale des lignes à haute tension a été en 1927 de 20 800 km (accroissement de 17,5 %).

Vient ensuite une liste de 6000 communes électrifiées, avec indications de système du courant, de tension, des secteurs, de nombre d'habitants et de prix du courant. La partie des adresses est terminée par une liste des sociétés coopératives communales ou régionales de distribution de l'énergie électrique, des constructeurs et commerçants du matériel électrique.

L'ouvrage est écrit en langue tchécoslovaque.

Eingegangene Werke (Besprechung vorbehalten).

The Transactions of the Fuel Conference World Power Conference, London, Sept. 24—Oct. 6 1928. 4 Bände. 853 + 1384 + 1495 + 357 Seiten, 16 × 25 cm. Zahlreiche Fig., Tab., Tafeln. Verlag für die Schweiz: Birkhäuser, Basel. Preis Fr. 300.—.

Die wirtschaftliche Erzeugung der elektrischen Spitzenkraft in Großstädten. Von Dr.-Ing. E. Krohne. 66 S., 16 × 24 cm, 27 Fig., 26 Tab. Verlag Jul. Springer, Berlin, 1929. Preis RM. 6.—.

Einführung in die komplexe Behandlung von Wechselstromaufgaben. Von Dr.-Ing. Ludwig Casper. 121 S., 13,5 × 21 cm, 42 Fig. Verlag Jul. Springer, Berlin, 1928. Preis RM. 6.60.

Kurzer Leitfaden der Elektrotechnik. Von Rudolf Krause. 5. Auflage. Neu bearbeitet von

W. Vieweger. 275 S., 16 × 23,5 cm. 413 Fig. Verlag Jul. Springer, Berlin, 1929. Preis brosch. RM. 10.—, geb. RM. 11.50.

Rapports préparés par le Comité National Roumain pour la session spéciale de la Conférence mondiale de l'énergie, Londres 1928. (W. P. C. Fuel Conference 1928.) 334 p., 16 × 23 cm. Nombreux fig., planches, cartes et tableaux. Bucarest 1929.

Die Akkumulatoren, ihre Theorie, Herstellung, Behandlung und Verwendung. Von Prof. Dr. W. Bermbach. 4. vermehrte und verbesserte Auflage. 209 S., 14,5 × 22 cm. 107 Fig. Verlag Jul. Springer, Berlin, 1929. Preis brosch. RM. 8.50, geb. RM. 9.75.

Relais und Schutzschaltungen in elektrischen Kraftwerken und Netzen. Vorträge verschiedener Autoren, herausgegeben von R. Rüdenberg. 274 S., 16 × 23,5 cm. 336 Fig. Verlag Jul. Springer, Berlin, 1929. Preis gebunden RM. 25.50.

Musterbetriebe Deutscher Wirtschaft. Band 9: *Die Zählerfabrikation A. E. G.* Von R. R. Mirus. 72 S., 14,5 × 22,5 cm. Zahlreiche Fig. Verlag: «Organisation» Verlagsges. m. b. H.

Die Elektrizitätsversorgung Sowjetrusslands. Von Prof. Dr.-Ing. E. h. Dettmar, Hannover. 19 S., 21 × 29,5 cm. 31 Fig. Verlag Jul. Springer, Berlin, 1929. Preis RM. 2.40. (S. Hirzel), Berlin, 1929. Preis RM. 2.75.

Schweizer Art und Arbeit. Schweizerwoche-Jahrbuch 1928/29. 144 S., 17,5 × 24,5 cm. Zahlreiche Abbildungen. Verlag H. R. Sauerländer & Co., Aarau.

La France économique en 1928. Les Industries électriques. Von J.-H. Adam. 23 S., 25,5 × 17 cm. Verlag S. A. du Recueil Sirey, 22, Rue Soufflot, Paris 5[e], 1929.

Praktische Dimensionierungskurven für Wechselstrommaschinen. Von E. Rummel. 8 Taf. Verlag Robert Klett & Co., Berlin S 14, 1929. Preis RM. 2.50.

Festschrift Prof. Dr. A. Stodola, zum 70. Geburtstag überreicht von seinen Freunden und Schülern, herausgegeben von E. Honegger. 602 S., 18 × 24 cm. Ueber 400 Fig. Verlag Orell Füssli, Zürich und Leipzig.

Vereinsnachrichten.

Die an dieser Stelle erscheinenden Artikel sind, soweit sie nicht anderweitig gezeichnet sind, *offizielle Mitteilungen des Generalsekretariates des S.E.V. und V.S.E.*

Schweizerischer Elektrotechnischer Verein (S.E.V.)

EINLADUNG

zur

DISKUSSIONS-VERSAMMLUNG

IN OLTEN

im grossen Saal des Hotel Schweizerhof, Samstag, den 7. Dezember 1929

Beginn: 8 Uhr 45.

Es werden folgende *Vorträge mit Lichtbildern* mit anschliessender Diskussion gehalten:

1. Ueberspannungen in elektrischen Anlagen, erläutert an Hand von Versuchen mit dem Kathodenstrahl-Oszillograph.
   Referent: Herr *K. Berger,* Ingenieur des S. E. V., Zürich.
2. Fernmessung, insbesondere Summenfernmessungen.
   Referent: Herr *W. Janicki,* Ingenieur, Zug.

Der Vorstand erwartet gerne eine recht zahlreiche Beteiligung der Mitglieder des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins an dieser Versammlung, insbesondere auch von Seiten der Elektrizitätswerke und Fabrikationsfirmen, und eine rege Benützung der Diskussion.

Teilnahmeberechtigt sind alle Mitglieder des S. E. V., sowie eingeführte Gäste, wenn sie vorher von einem Mitglied beim Generalsekretariat des S. E. V., Seefeldstrasse 301, Zürich 8, schriftlich angemeldet sind.

Für den Vorstand des S. E. V.:

Der Präsident:	Der Generalsekretär:
(gez.) *J. Chuard.*	(gez.) *F. Largiadèr.*

Im Verlag des S. E. V. neu erschienene Drucksachen (Seefeldstr. 301, Zürich 8). Wir machen erneut darauf aufmerksam, dass von den im Bulletin 1929, Nr. 20, Seite 714 u. ff. publizierten *Aenderungen zu den Hausinstallationsvorschriften von 1927/28* Abzüge auf gummiertem Papier zur Vornahme von Tekturen in den Vorschriften (1. und 2. Auflage) zum Preise von 20 Rappen pro Exemplar erhältlich sind.

Von den im Bulletin 1929, Nr. 18, erschienenen Aufsätzen: «*Mittel zur Verbesserung des cos φ*» von Ing. F. Grieb und «*L'état actuel de l'Electrification en Egypte et ses perspectives d'avenir*» von Ing. F. Rutgers, können Separatabzüge zum Preise von Fr. 1.50 (Fr. 2.— für Nichtmitglieder), bzw. Fr. 1.— (Fr. 1.50 für Nichtmitglieder) bezogen werden.

Von dem im Bulletin 1929, Nr. 20, erschienenen Aufsatz von Herrn Dir. E. Stiefel, betitelt: «*Massnahmen zur Förderung der Nachtstromanwendung in Basel*» sind Sonderabdrücke zum Preise von 80 Rp. für Mitglieder und Fr. 1.— für Nichtmitglieder erhältlich.

Adressänderungen. Wir ersuchen die Mitglieder, im Interesse einer ununterbrochenen Zustellung des «Bulletin», Adressänderungen dem Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E., Seefeldstrasse 301, Zürich 8, jeweilen sofort mitzuteilen.

Soweit gegenwärtig der Versand des Vereinsorgans an unrichtige oder ungenaue Adressen erfolgt, bitten wir um Mitteilung bis spätestens 31. Dezember dieses Jahres, damit die Aufnahme der richtigen Adressen in das im Januar erscheinende Jahresheft für 1930 erfolgen kann.

Regelmässige Zusendung der vom S. E. V. zur Ausgabe gelangenden Drucksachen. Um den regelmässigen Bestellern von durch den S. E. V. ausgegebenen Separatabzügen wichtigerer Bulletin-Aufsätze und sonstiger Druckschriften (Vorschriften, Normen, Leitsätze usw.) einen Vorzugspreis (10 %) und prompte Zustellung nach Erscheinen zu sichern, nimmt das Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. E. (Seefeldstrasse 301, Zürich 8) Anmeldungen für die *regelmässige Zusendung dieser Drucksachen ohne besondere Bestellung* entgegen. Es erscheinen jährlich durchschnittlich 5 bis 10 solcher Publikationen zu einem mittleren Preis von Fr. 1.50 bis 2.—. Die sich zur Eintragung in unsere Versandliste anmeldenden Interessenten wollen gefl. angeben, wie viele Exemplare sie zu erhalten wünschen und ob die Zustellung jeweils gegen Nachnahme oder Rechnungsstellung erfolgen soll. Von dieser Abonnementsgelegenheit machen bereits eine grössere Anzahl Firmen und Einzelpersonen Gebrauch. Für die bereits eingetragenen Abonnenten ist eine Erneuerung der Anmeldung nicht nötig.

Film über «Die Anwendung der Elektrizität in der Landwirtschaft». Wir machen die Elektrizitätswerke neuerdings auf unsern Werbefilm aufmerksam. Die Filmausleihegebühren sind bedeutend herabgesetzt worden, und zwar auf:

Fr. 20 für 1 Vorführung,
Fr. 40 für 2—4 Vorführungen,
Fr. 60 für 5—10 Vorführungen,
Fr. 5 für jede weitere Vorführung.

Das Sekretariat des V. S. E. (Seefeldstr. 301, Zürich) ist in der Lage, eine nahezu neue Kopie dieses Filmes zur Verfügung zu stellen.

Tätigkeitsgebiete der Materialprüfanstalt und Eichstätte des S. E. V.

a) Materialprüfanstalt

1. Untersuchung von Materialien (Leitungs- und Widerstandsmaterial, Isolierstoffe, Transformatoren- und Schalteröle, Dynamoblech usw.) im Hinblick auf ihre Eignung für elektrotechnische Zwecke; Bestimmung der charakteristischen Eigenschaften.
2. Prüfung jeglichen Installationsmaterials der Elektrotechnik.
3. Untersuchung elektrotechnischer Apparate und Maschinen für Nieder- und Hochspannung im Laboratorium oder am Aufstellungsort.
4. Prüfung elektrischer Glühlampen und Beleuchtungskörper; Beleuchtungsmessungen in öffentlichen Anlagen und an Arbeitsplätzen.
5. Prüfung von Neukonstruktionen und Erfindungen.
6. Untersuchungen im Betriebe, insbesondere bei Störungsfällen.

b) Eichstätte

(Offizielles Prüfamt für Elektrizitätsverbrauchsmesser).

1. Amtliche Prüfung von Eelektrizitätszählern und Messtransformatoren.
2. Prüfung elektrischer Messinstrumente jeder Art.
3. Revision, Reparatur und Einregulierung von Elektrizitätszählern.
4. Revision, Reparatur und Einregulierung elektrischer Messinstrumente jeder Art.
5. Kontrolle elektrischer Messinstrumente am Aufstellungsort.
6. Ausführung auswärtiger elektrischer Messungen: Abnahmeversuche an Generatoren, Motoren, Transformatoren usw.; Wirk- und Blindleistungsmessungen; Bestimmung von Leistungsfaktor und Spannungsabfall; Verlustmessungen; oszillographische Aufnahmen.
7. Leihweise Abgabe von Registrierinstrumenten.

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN
BULLETIN
ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke | REDAKTION Zürich 8, Seefeldstr. 301 | Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité

Verlag und Administration | Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G. Zürich 4, Stauffacherquai 36/38 | Editeur et Administration

XX. Jahrgang
XXe Année | Bulletin No. 23 | Dezember I
Décembre I 1929

Statistik über die Energieproduktion schweizerischer Kraftwerke von mehr als 1000 kW

für die Zeit vom 1. Oktober 1928 bis 30. September 1929[1]).

Von *O. Ganguillet*, Ingenieur, Zürich.

621.311 (494)

Das Sekretariat des Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke (V.S.E.) führt seit Oktober 1926 eine Produktionsstatistik, über welche monatlich im Bulletin des S.E.V. berichtet wird. Im Bulletin 1928, No. 3 ist ausserdem zusammenfassend über die Ergebnisse des ersten Jahres und im Bulletin 1928, No. 24 über die Ergebnisse des zweiten Jahres berichtet worden. Heute liegt das Resultat des dritten Jahres vor.

Die nachstehende graphische Darstellung (Fig. 1) muss also mit derjenigen verglichen werden, die in den vorgenannten Nummern des Bulletins enthalten sind.

Zahlenmässig ausgedrückt ist das Resultat der drei ersten Jahre das folgende:

	1926/27 10^6 kWh	1927/28 10^6 kWh	1928/29 10^6 kWh
In den Flusswerken disponible Energie ca.	3515	3622	3788
Von den Saisonspeicherwerken erzeugte Energie	439,5	457,5	506,6
Importierte Energie	20,5	15,7	21,4
Von thermischen Kraftwerken erzeugte Energie	1,7	2,18	5,07
Total der disponiblen Energie	3976,7	4097,4	4321,17
Von dieser Energie konnten nicht verwertet werden	900,7	736	762
Die verwertete Energie betrug	3076	3361,4	3559,1
Davon wurden exportiert	984	1085,4	1094,1
In der Schweiz verwendet:			
a) für normalen Gebrauch	1880	2002	2208
b) für thermische Bedürfnisse (ohne Liefergarantie, zu Abfallpreisen)	212	274	257

Die in der Schweiz verbrauchte Energie verteilt sich ungefähr wie folgt:

1) Diese Statistik umfasst nur die Unternehmungen, die zum Zwecke haben, Energie an Dritte abzugeben. Sie umfasst also nicht die Bundesbahnen und nicht die Kraftwerke der Industriellen, welche die Energie selbst verbrauchen. Sie vernachlässigt auch die kleinen Elektrizitätswerke, deren Energieproduktion sich auf ca. 3% der hier in Betracht gezogenen Werke beläuft.

	1926/27 10^6 kWh	1927/28 10^6 kWh	1928/29 10^6 kWh
für allgemeine Zwecke	1433	1590	1800
für Traktion (S.B.B. nicht inbegriffen)	180	192	204
für Elektrochemie, Metallurgie, elektrotherm. Zwecke (nicht inbegriffen die Energie, die für diese Zwecke von den Fabriken in eigenen Werken erzeugt wird)	479	494	461
Total in der Schweiz verbrauchte Energie	2092	2276	2465

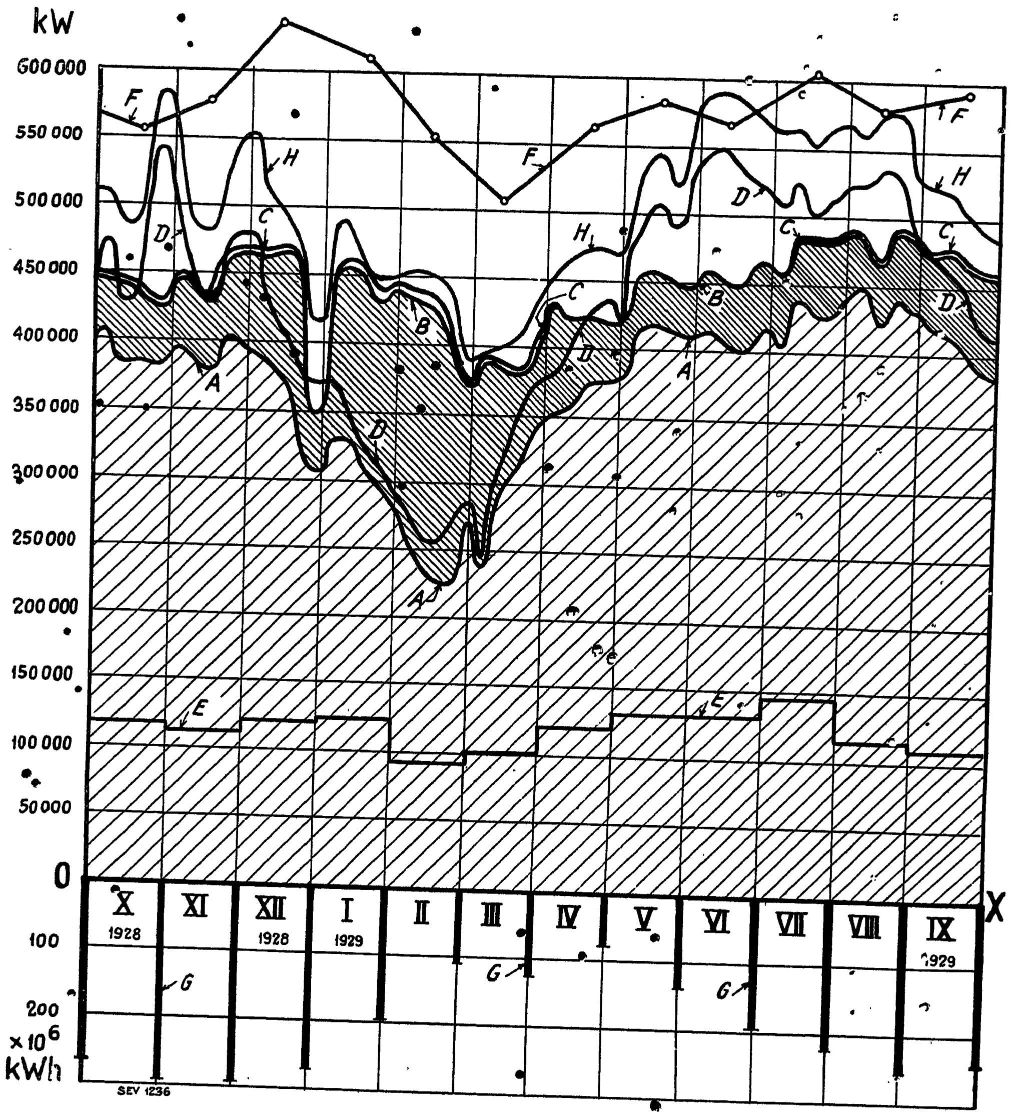


Fig. 1.

OX ÷ A = In Flusskraftwerken ausgenützte Leistung.
A ÷ B = In Saisonspeicherwerken erzeugte Leistung.
B ÷ C = Kalorisch erzeugte Leistung und Einfuhr aus ausländischen Kraftwerken.
OX ÷ D = Auf Grund des Wasserzuflusses in den Flusskraftwerken verfügbar gewesene Leistung.
OX ÷ E = Durch den Export absorbierte Leistung.
OX ÷ F = An den der Mitte des Monats zunächst gelegenen Mittwochen aufgetretene Höchstleistungen.
OX ÷ G = Anzahl der am Ende jeden Monats in den Saisonspeicherwerken vorrätig gewesenen Kilowattstunden.
OX ÷ H = Disponible Leistung der Flusskraftwerke plus den Saisonspeicherwerken entnommene Leistung. Die Fläche zwischen den Kurven B und H gibt die nicht verwertete Energie an. Sie beträgt ungefähr 762 Millionen kWh.

In den Stauseen, die wir in der Schweiz besitzen, konnten 1927 295 · 10^6 kWh, 1928 310 · 10^6 kWh, 1929 314 · 10^6 kWh aufgespeichert werden; es waren aber Ende September darin nur je enthalten: 1927 295 · 10^6 kWh, 1928 274,3 · 10^6 kWh, 1929 241,4 · 10^6 kWh. Der sehr trockene Sommer 1929 hat zur natürlichen Folge gehabt, dass am 30. September 1929 in den Saisonspeicherbecken der Energievorrat geringer war als in den beiden Vorjahren.

Von der Totalproduktion entfielen $\frac{5{,}07}{3559} \times 1000 = 1{,}4\ ^0/_{00}$ auf die thermischen Reservekraftwerke und 998,6 $^0/_{00}$ auf die hydraulischen Anlagen.

Das Verhältnis der verwerteten Energie zu derjenigen, die hätte produziert werden können, war $\frac{3559}{4321} \times 100 = 82{,}3\ \%$, d. h. angenähert dasselbe wie im Vorjahre.

Die wöchentliche Energieproduktion war im Mittel 6,41 mal so gross, wie die Produktion eines Wochentages.

Die Fig. 2 stellt, wie letztes Jahr, den Verlauf der Leistungsabgabe während eines Mittwochs der Monate Dezember, März, Juni und September dar.

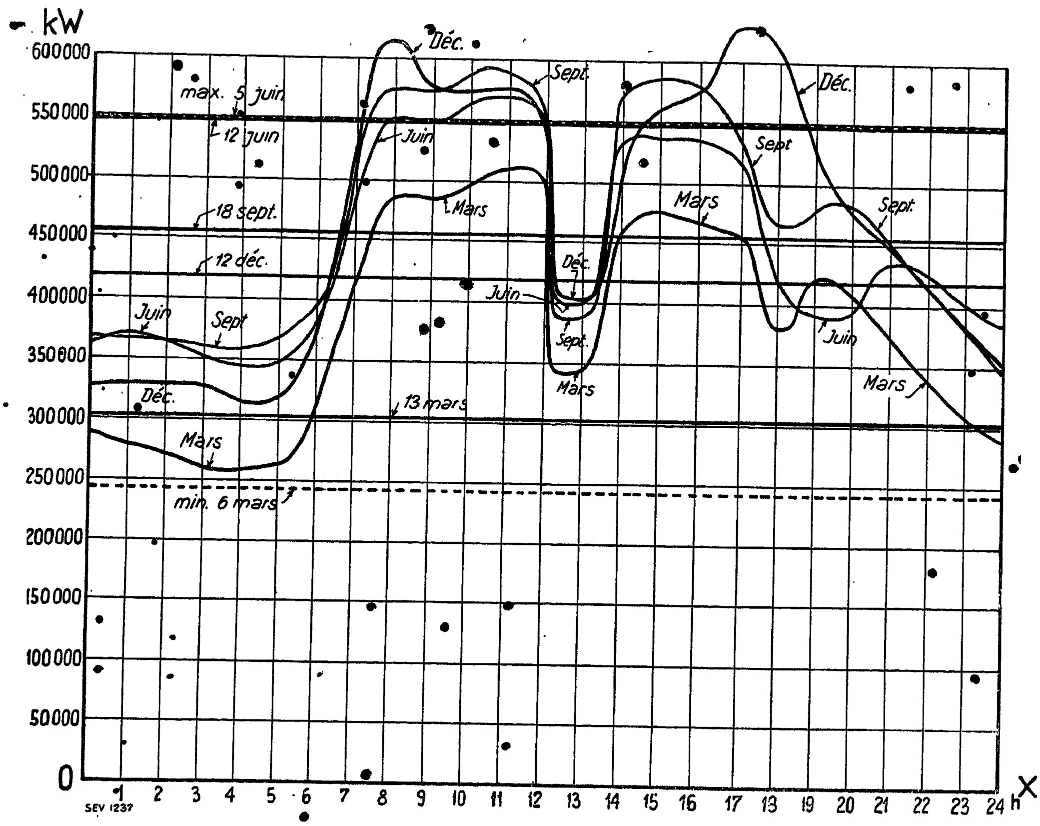


Fig. 2.
Die ausgezogenen horizontalen Linien geben die disponible Leistung der Flusskraftwerke an denjenigen Tagen an, welchen die 4 Kurven entsprechen.
Die punktierten Linien geben die maximale und die minimale disponible Leistung der Flusskraftwerke während des Jahres an.

Die Schwankung der Belastung im Verlauf eines Wochentages war prozentual folgende:

	Minimale Belastung	Vorjahr	Mittlere Belastung	Maximale Belastung	Vorjahr
im Dezember 1928 .	0,67	(0,65)	1	1,35	(1,42)
im März 1929 . . .	0,66	(0,67)	1	1,31	(1,31)
im Juni 1929 . . .	0,76	(0,76)	1	1,26	(1,29)
im September 1929 .	0,75	(0,75)	1	1,26	(1,26)

Der Vergleich mit der im Jahre 1927/28 erzeugten Energie ergibt folgendes Bild:

Eine Zunahme der totalen ausgenützten Energie von . . 198·10⁶ kWh (5,9 %),
Eine Zunahme der exportierten Energie von . . . . . 8,7·10⁶ kWh (0,8 %),
Eine Zunahme der in der Schweiz für normalen Verbrauch verwerteten Energie von . . . . . . 206·10⁶ kWh (10,3 %),
Eine Abnahme der in der Schweiz abgegebenen Abfallenergie 17·10⁶ kWh (6,2 %).

Die zur Verfügung stehenden Kraftwerke haben im Berichtsjahre nur sehr wenig zugenommen (Peuffaire und Anlagen im Puschlav).

Nächstes Jahr werden die Kraftwerke Handeck und die Kraftwerke Sembrancher und Champsec nicht unbedeutende Energiequoten liefern können. Das Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt hingegen wird sich erst in die Periode 1930/31 bemerkbar machen.

Die Maximalleistung der Gesamtheit der Kraftwerke betrug 633000 kW im Dezember 1928, gegenüber 600000 im Vorjahre.

Die virtuelle Benützungsdauer der Maximalleistung war $\frac{3559 \cdot 10^6}{633000} = 5620$ Stunden, gegenüber 5601 in der Periode 1927/28 und 5390 in der Periode 1926/27.

Telephonische Verständigungsmöglichkeiten der Kraftwerke in der Schweiz.

Von *H. Leuch,* Oberingenieur des E. W. Zürich.

621.312 (005)

Auf Grund von Erfahrungen aus dem Werksbetrieb wird untersucht, inwieweit die verschiedenen heute verwendeten telephonischen Verständigungsmöglichkeiten den an sie gestellten Anforderungen genügen. Es werden die Vor- und Nachteile, die Besonderheiten und die Wirtschaftlichkeit des Staatstelephons, der werkseigenen Telephonstromkreise auf Hochspannungsgestängen, der Hochfrequenzübertragungssysteme und der werkseigenen Niederfrequenzverbindungen untersucht. Besonders eingehend behandelt der Autor den heutigen Stand und die Zukunftsmöglichkeiten der Hochfrequenztelephonie, der er eine Reihe wesentlicher Vorteile zuspricht.

Partant d'expériences tirées de l'exploitation des centrales, l'auteur examine jusqu'à quel point les moyens divers de communications téléphoniques en usage aujourd'hui atteignent leur but. Il passe successivement en revue les avantages et les inconvénients, les particularités et le côté économique du téléphone fédéral, des circuits téléphoniques appartenant à l'entreprise et posés soit séparément, soit sur les supports de lignes à haute tension, ainsi que ceux du système à haute fréquence. L'auteur voue une attention toute particulière à l'état actuel et aux possibilités de développement de la téléphonie à haute fréquence, qui présente une série d'avantages essentiels.

Einleitung.

Es werden hier die mit verschiedenen Verbindungsmitteln im Werksbetrieb gesammelten Erfahrungen besprochen. Einesteils sind es Erfahrungen des Betriebs von im Werksbesitz stehenden Mitteln, anderseits solche, die sich anlässlich des Baues neuer Anlagen beim Bauherr gesammelt haben. Vorerst seien die Grundbedingungen aufgestellt, denen die Betriebstelephone genügen müssen; alsdann werden die Bau- und Betriebserfahrungen mitgeteilt und zum Schluss die verschiedenen Telephonarten einer Kritik unterworfen, inwieweit sie den an sie gestellten Anforderungen zu genügen vermögen.

Die 3 wichtigsten Bedingungen lauten:

a) Raschheit der Verbindungsherstellung,
b) Betriebssicherheit und Verbindungsmöglichkeit zu jeder Tages- und Nachtzeit,
c) Billigkeit der Anlage und ihres Betriebes.

Es sei vorausgeschickt, dass hier hauptsächlich die Verständigung des Personals weit entfernter Betriebsknotenpunkte (Kraftwerke, Unterwerke, Schaltstellen usw.) besprochen wird. Telephonanlagen, welche nicht etwas für den Ueberland-Kraftwerksbetrieb Charakteristisches an sich besitzen, werden hier nicht erörtert.

1. Das staatliche Telephon.

Das Staatstelephon genügt den 3 Bedingungen nicht ohne weiteres, dagegen vermittelt es die Verbindung mit einer grossen Zahl anderer Stellen, mit denen jedes Werk zu verkehren hat. Für Projektierungs- und Bauarbeiten leistet es sehr gute Dienste, weil dabei die Betriebssicherheit und die Verständigung in einer bestimmten Minute nicht unbedingt gefordert werden, wie dies beim Werksbetrieb der Fall ist. Ausserdem kann der Telegraph in die Lücke treten. Das Staatstelephon muss, wenn es dem Elektrizitätswerkbetrieb dienen soll, bei allen wichtigen Betriebsstellen eines Werknetzes eingerichtet sein, so dass stets die Betriebsleute miteinander, ohne Umsprechen der Meldungen durch werksfremde Leute, verkehren können.

Die Raschheit der Herstellung von Verbindungen des Staatstelephons ist im Ortsverkehr von Städten und meistens auch in Dörfern eine genügende; dagegen löst das Staatstelephon die Aufgabe, welche die Werke dem Betriebstelephon im Ueberlandverkehr stellen, nur unvollkommen. Bekanntlich geniessen die Elektrizitätswerke, wie die Eisenbahnverwaltungen, Gaswerke, Feuerwehren und Polizeibehörden das Recht, in dringenden Fällen (für Betriebsgespräche) gegen Entrichtung der dreifachen Taxe den Vorrang vor anderen dringenden Privatgesprächen zu beanspruchen. Diese Vergünstigung ist in § 59 der Vollziehungsverordnung III (vom 17. Dezember 1923) zum Telephon- und Telegraphenverkehrsgesetz vom 14. Oktober 1922 festgelegt. Die Vollziehungsverordnung und die Ausführungsbestimmungen vom 27. Dezember 1923 reduzieren jedoch den Wert dieses Rechtes für die Werkspraxis. In § 60 wird jedem Teilnehmer das Benützungsrecht von Fernleitungen, gleichgültig, ob für dringende oder gewöhnliche Gespräche, auf sechs Minuten beschränkt. Diese Bestimmung kann für Elektrizitätswerke sehr einschränkend wirken.

Die Betriebssicherheit des Staatstelephons ist im allgemeinen eine genügende. Dagegen unterliegen die nicht verkabelten Fernverbindungen den gleichen Störeinflüssen wie die Uebertragungsleitungen der Elektrizitätswerke. Das Staatstelephon versagt gelegentlich gerade dann, wenn Werke sich seiner zur Wiederaufrichtung des Betriebes bedienen sollten. Um unliebsame Betriebsunterbrechungen der eidg. Telephonanschlüsse zu vermeiden, ist es ratsam, mit der Telephonverwaltung den möglichst raschen Ersatz unbrauchbar gewordener Sicherungen zu vereinbaren. Es zeigt sich oft, dass bei atmosphärischen oder ähnlichen Störungen die Sicherungen zahlreicher Anschlüsse ansprechen. Es ist der Telephonverwaltung dann in städtischen, wie in ländlichen Verhältnissen auch bei bestem Willen nicht immer möglich, die unterbrochenen Anschlüsse in allerkürzester Zeit wieder in Betrieb zu setzen oder den Anschlüssen der Werke einen Vorrang einzuräumen. Als Mittel, um diesen Schwierigkeiten vorzubeugen, kommt die Abgabe von Reservesicherungen und allenfalls von Schlüsseln in Frage. Selbstverständlich muss aber die Verantwortung für deren Verwendung klargestellt werden.

Auf die werkseitige Automatisierung von Telephonanlagen einzugehen, würde hier zu weit führen. Auch liegt dieses Problem ausserhalb des vorgezeichneten Rahmens. Die Staatstelephonanlagen werden ausschliesslich durch die eidg. Telephonverwaltung erstellt; es ist nicht Aufgabe dieser Zeilen, über Bauerfahrungen solcher Anlagen zu sprechen.

Der Beschränkung der Bedienungszeit kleinerer Ortszentralen, an welche Betriebsstellen von Werken angeschlossen sind, kann man meistens dadurch begegnen, dass man gegen eine monatliche Gebühr von Fr. 2.– eine Dauerverbindung zu einer ununterbrochen besetzten Zentrale herstellen lässt. Das Staatstelephon ist zweifellos ein sehr billiges Verbindungsmittel.

Den Werken steht die Möglichkeit offen, Adernpaare in staatlichen Telephonsträngen zu mieten. Erstes Erfordernis ist, dass Drähte verfügbar sind; zweitens liegen bei Freileitungen die Störungsmöglichkeiten im gleichen Rahmen, wie diejenigen der durch das nämliche Gebiet führenden Kraftleitungen und drittens ist die jährliche Miete von 100 bis 180 Fr./km Schleifenleitung verhältnismässig hoch, weil sie von der Obertelegraphendirektion (O. T. D.) nach dem mutmasslichen Gesprächsausfall berechnet wird. Bei einer Streckenlänge von z. B. 100 km und 12,5 % Jahresbetriebskosten einer werkseigenen Anlage dürften deren Baukosten 80 000 bis 144 000 Fr. betragen, wenn sie mit einer gemieteten Leitung in Konkurrenz treten muss. Für 80 000 Fr. kann sich ein Werk mit den heute bekannten Mitteln eine eigene Anlage schaffen.

Unentbehrlich ist das Staatstelephon den Werken für den allgemeinen Verkehr; entbehrlich kann es für manche Betriebsstelle werden, wenn geeignetere Anlagen zur Verfügung stehen. Soweit sich die Werke nicht mit eigenen Verbindungsmitteln für den Betrieb vom Staatstelephon unabhängig gemacht haben, können Fälle eintreten, in welchen Werke und Telephonverwaltungen auf einander angewiesen sind. Es sei daher noch auf einige Erfahrungen hingewiesen. Das zeitliche Zusammentreffen von Störungen der Licht- und Kraftversorgung mit solchen des Telephons kann ein Werk in die unangenehme Lage bringen, dass das Staatstelephon ihm nicht eher Verbindungen schaffen kann, als das Werk wieder Strom liefert und umgekehrt kann das Werk ohne vorangehende Verständigung seiner Betriebsstellen dem Telephonamt keine Energie zu Beleuchtungs- oder Rufzwecken verschaffen. Es ist deshalb zweckmässig, diesen Fall mit dem zuständigen Telephonamt zu besprechen und da wo dieses nicht über Reserveenergiequellen verfügt, andere Hilfsmittel bereitstellen zu lassen, z. B. Induktoren für den Anruf.

2. Werkseigene Telephonstromkreise auf Hochspannungsgestängen.

Diese Art von Niederfrequenz-Drahttelephonie wird meist als Hochspannungstelephonie bezeichnet, weil die Leitungsdrähte unter dem Einfluss von Hochspannung stehen. Sie bildet einen ersten Schritt in der Entwicklung der Elektrizitätswerkstelephonie zum Unabhängigmachen der Werke vom Staatstelephon. Es war naheliegend, an den Gestängen der Kraftleitungen Telephondrähte anzubringen, um die Raschheit der Betriebsverbindungen zu steigern, doch erschwert man sich durch die Nachbarschaft der Hochspannungsleitungen das Telephonieren und erhöht die Apparatekosten gegenüber gewöhnlichen Drahttelephonen.

Bau und Betrieb werkseigener Telephonleitungen auf einem Gestänge sind keine produktive Erwerbszweige einer Starkstromunternehmung; wohl aber dienen sie dem Geschäftsbetrieb, insbesondere dem betriebstechnischen Dienst. Einer gewinnbringenden Ausnutzung dieser Privattelephonanlagen stehen die Konzessionsbestimmungen entgegen. Die Ueberlandwerke trachten daher nach möglichster Verbilligung dieser Verbindungsmittel.

Wohl sind nach Entstehung des Gesetzes von 1908 telegraphische Verbindungen durch Werke erstellt worden, doch konnten sie sich gegenüber den, einen rascheren und freieren Verkehr gestattenden, verbesserten Telephonanlagen nicht halten. Bei den Wechselstrom-Ueberlandwerken tritt eine Erschwerung ein, weil infolge der Parallelführung der Telephondrähte mit der Uebertragungsleitung, sei es auf denselben Tragwerken oder auf grosse Strecken auf separatem Gestänge, bedeutende Induktionsspannungen auftreten. Die Telephondrähte, die im allgemeinen als doppeldrähtige Schleife verlegt werden, sind einerseits einem elektrostatischen Wech-

selfeld ausgesetzt, welches stets vorhanden ist, wenn die benachbarte Wechselstromleitung (Ein- oder Mehrphasensystem) unter Spannung steht. Dazu kommt anderseits die Beeinflussung durch das elektromagnetische Wechselfeld, welches seine Ursache in dem im Wechselstromsystem fliessenden Strom hat, also mit der übertragenen Scheinleistung im Zusammenhang steht. Die auf diese Weise induzierte Spannung wächst mit der Länge der Parallelführung, der abnehmenden Distanz zwischen Telephon- und Kraftleitung, der Periodenzahl. Die auf elektrostatischem Wege induzierte Spannung steht in Abhängigkeit von der Spannung des Uebertragungssystems und der Kapazität der Telephonleitung gegen jenes, sowie gegen Erde. Sie ist also von vornherein durch die Betriebsspannung und durch die räumliche Anordnung der einzelnen Drähte, gegeneinander und gegen Erde, sowie durch die Drahtdurchmesser bestimmt. Anders verhält es sich mit der elektromagnetischen Induktion, denn die Belastungen der Wechselstromleitungen sind in weiten Grenzen variabel und nicht immer zum voraus genau bestimmbar. Die gegenseitige Lage der Drähte hat auch an dieser Beeinflussungsart ihren Anteil. Die Periodenzahl des Stromes der Hochspannungsleitung darf als konstant betrachtet werden; im Hörer treten die Oberschwingungen des Hochspannungsnetzes viel unangenehmer hervor, als die tiefe Grundschwingung.

Sucht man Mittel und Wege um die verschiedenen Einflüsse unwirksam oder unschädlich zu machen, oder wenigstens deren störende Einwirkung auf den Fernsprechbetrieb zu beseitigen, so hält man sich zuerst an diejenigen Grössen der Uebertragungsleitung, die zu deren Baukonstanten gehören. Sind nämlich die beiden Drähte einer Schleifenleitung verschiedenen elektrostatischen und elektromagnetischen Einflüssen ausgesetzt, so entstehen wohl gleichgerichtete, aber verschieden grosse Induktionsspannungen in beiden Drähten. Ihre Differenz führt zu Ausgleichsströmen, welche die an die Leitung parallel geschalteten Sprechapparate durchfliessen, störende Geräusche verursachen und sogar die Einrichtungen gefährden können. Die Abhilfe wird dadurch geschaffen, dass die beiden am Hochspannungsgestänge oder in dessen Nähe verlegten Drähte einer Telephonschleife in regelmässigen Abständen gekreuzt werden, also ihren Platz wechseln, wodurch eine praktisch genügende Symmetrie erreicht wird. Voraussetzung ist hiebei, dass beide Drähte von Erde gleich gut isoliert sind. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, so ist es nicht mehr die Differenz der absoluten Grössen der induzierten Spannungen, welche die Ausgleichströme hervorruft, sondern die Ableitung im einen Draht, weil sich das Spannungsgefälle gegen die Punkte der Ableitung verschiebt und die Sprechstellen aus ihrer elektrischen Symmetrieachse in das Gebiet der Ausgleichströme rückt. Um die Ursache der störenden Geräusche zu beseitigen, führt man die induzierten Spannungen von der Telephonleitung gegen Erde ab, ohne aber die Telephondrähte direkt zu erden. Dabei ist zu beachten, dass die Sprechströme und die induzierten Spannungen von verschiedener Frequenz sind. Diese Tatsache ermöglicht die Erdung der Telephonleitung über eisengefüllte Spulen, welche für die Sprechströme hoher Frequenz eine Verbindung von grossem Scheinwiderstand bilden, während in den beiden Wicklungen der Erddrosselspule durch die zur Erde abfliessenden induzierten Ströme entgegengesetzt gerichtete magnetische Felder auftreten, die sich aufheben. Alle äusseren Einflüsse, welche in den beiden Drähten Induktionsspannungen verschiedener Grösse hervorrufen, stören die Symmetrie in gleichem Masse wie Ungleichheiten in den elektrischen Konstanten der Drahtleitungen. Solche Möglichkeiten liegen in direktem Uebergang von Hochspannung in einen Telephondraht, in welchem Falle die Erddrosselspule nicht imstande sein wird, den auftretenden Strom abzuführen, ohne selbst dabei Schaden zu leiden; zudem würde das Bedienungspersonal gefährdet. Man schützt die Sprechstationen durch vorgeschaltete Stromsicherungen und Spannungsableiter. Immerhin muss die Schaltung so getroffen werden, dass die Erddrosselspule nur im Notfalle, also zum Schutz gegen Verbrennen abgeschaltet wird, weil damit die Telephonleitung von Erde ganz isoliert wird, die Induktionsspannung auf hohe Werte steigen und die

Telephonleitung oder etwa noch angeschaltete Glocken beschädigen kann. Erträgt dagegen die Erdungsspule den abzuführenden Strom trotz einer für den Menschen gefährlichen Spannung, so muss zu dessen Schutz eine weitere Vorkehrung getroffen werden, die man durch Transformieren der Sprechströme auf Niederspannung zu erreichen sucht. Dadurch wird es möglich, Sprechapparate der heute üblichen Bauart zu verwenden, immerhin unter der Bedingung, dass die Wicklungen von Apparat und Schutztransformator aufeinander abgestimmt sind und dass ein zusätzlicher Induktor das Aufrufen der Gegenstationen ermöglicht.

Das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (E.W.Z.) hat Versuche angestellt mittels einer dem Netz entnommenen Wechselspannung von 60 bis 80 V (50 Per/s) über eine Drahtleitung von 137 km Länge zu rufen bei 7 an die Leitung parallel geschalteten Stationen (12 Sprechstellen). Die Anlage funktioniert seit 4 Jahren befriedigend; allerdings ist die Beschränkung der parallelgeschalteten Wecker auf ein Mindestmass oder die Verwendung eines besonderen Rufrelais in jeder Station notwendig.

Die Betriebssicherheit von Hochspannungstelephonen ist mit derjenigen der auf dem gleichen Gestänge geführten Kraftleitung eng verknüpft. Es kommt vor, dass die Drähte des Hochspannungstelephons durch Hochschnellen oder Reissen die Ursache von Störungen der darüber angeordneten Hochspannungsleitung werden oder dass umgekehrt die Hochspannungsdrähte den Telephonbetrieb stören. Hiezu ist eine direkte Berührung nicht erforderlich, sondern es genügt eine in hohem Grade unsymmetrische Belastung oder ein Erdschluss im Hochspannungsnetz. Uebertritt von Hochspannung in das Hochspannungs-Telephonnetz muss die Schutzvorrichtungen zum Ansprechen bringen; damit wird die Verständigung unterbrochen. Der Hochspannungs-Telephonbetrieb unterliegt somit ähnlichen und gleichzeitig auftretenden Störeinflüssen wie die Hochspannungsleitung. Niemand wird die Forderung stellen, dass die Sprechmöglichkeit bei Drahtbruch fortdauern müsse. Man schickt sich also im allgemeinen in die Koinzidenz von Störungen im Uebertragungsnetz und im Hochspannungstelephon. Das E.W.Z. hat diesem ausgesprochenen Nachteil des Verbindungsmittels dadurch zu begegnen versucht, dass es in den mit Schutzeinrichtungen ausgerüsteten Stationen jene in doppelter Zahl anbrachte; ein Satz ist stets im Betrieb, während der andere betriebsbereit, aber abgetrennt in Reserve steht. Tritt eine Störung im Hochspannungstelephon ein, so werden die Schutzeinrichtungssätze rasch von Hand umgeschaltet und der Telephonverkehr ist wieder möglich. Das Hochspannungstelephon hat dank seiner Empfindlichkeit die für den Betriebsleiter angenehme Eigenschaft, durch die Wecker Isolationsfehler, Spannungsübertritt oder stark unsymmetrische Belastung anzuzeigen. Damit ist das Betriebs- und Streckenpersonal sehr rasch über den Isolationszustand der Hochspannungstelephon- wie der Hochspannungsleitung unterrichtet. Das E.W.Z. verfügt seit dem Jahre 1909 über Hochspannungstelephone und besass früher auch ein durch die gleichen Drähte verbundenes Telegraphensystem. Das Werk hat Gelegenheit gehabt, in langjähriger Entwicklung die Fortschritte zu verfolgen und auf seinen 290 km langen Strecken zu erproben. Besondere Schwierigkeiten verursachte seiner Zeit die Herstellung passender Erddrosselspulen.

Wenn auch die Betriebssicherheit von Hochspannungstelephonen nicht restlos befriedigt, so ist doch durch die zur Befriedigung der Betriebsbedürfnisse eigens hergestellten Netze die rasche Ueberlandverbindung ermöglicht. Wenn eine Mehrzahl von Stationen in einem Netz vorhanden ist, können sie, je nach den Erfordernissen und den örtlichen Verhältnissen durch ein Radialnetz mit einer Zentralstation verbunden oder alle dauernd parallel geschaltet werden.

Die Baukosten von Hochspannungstelephonen sind von den zu überbrückenden Strecken abhängig, wenn die Leitungskosten mitgerechnet werden. Vergleichsweise sei angeführt, dass eine vollständige Stationsausrüstung von Siemens & Halske mit einem Sprechapparat und allen zugehörigen Schutzeinrichtungen ohne die Montage etwa 1000 Fr. kostet. Die reinen Baukosten einer Telephonschleife an vorhandenem

Gestänge betragen etwa 600 Fr./km ohne Berücksichtigung der höher zu bemessenden Stützpunkte. Wenn der Bau von 100 km Hochspannungstelephonleitung mit 2 Sprechstellen die vorher erwähnten 80000 Fr. kosten darf, bleiben auf 1 km Leitung rund 200 Fr. für die Mehrkosten der höhern Tragwerke. Sowohl Leitungen wie Stationen bedürfen aber der Pflege; insbesondere müssen der Isolationszustand des Telephonnetzes und die Symmetrie der Schaltung dauernd aufrecht erhalten bleiben. Bei modern gebauten Uebertragungsleitungen mit mittleren und grossen Spannweiten wird das Anbringen von Telephondrähten schwierig oder gar unwirtschaftlich. Einerseits begrenzt die Bruchfestigkeit der Telephondrähte die Spannweite und anderseits müsste das Mastbild bei grosser Spannweite wegen des grössern Durchhanges und der Gefahr der Leiterberührung stark erweitert werden. Dadurch steigen die Mast-Mehrkosten erheblich, so dass das Anwendungsgebiet der Hochspannungs-Drahttelephonie beschränkt ist.

3. Hochfrequenz-Uebertragungssysteme für Kraftwerke.

Die Verbindungs- und Signalmittel, welche sich hochfrequenter Wellen bedienen, sind so wichtig und für Kraftwerke so zukunftsreich, dass dieser Stoff hier ausführlicher und zum Teil beschreibend in gegliederter Form behandelt wird.

a) Allgemeines über Hochfrequenzübertragung.

Gegenüber der Raum-Telephonie hat die leitungsgerichtete Hochfrequenz (HF)-Telephonie den grossen Vorteil besseren Energiewirkungsgrades, daher kleinerer Senderleistungen und billiger Geräte. Es wird davon abgesehen, die bisher in der Schweiz im Dienste der Kraftwerks-Unternehmungen noch nicht praktisch angewendete Raumtelephonie hier zu erörtern, obschon es denkbar ist, dass auch dieser Verständigungsweg einmal in den Dienst der Kraftwerke gestellt wird.

Die Hochfrequenztelephonie längs Drahtleitungen verdankt ihr Entstehen dem Bestreben, die Wirtschaftlichkeit von Telephonverbindungen durch Mehrfachausnützung vorhandener Drähte zu steigern, sowie dem Wunsche, Verbindungsmittel zu schaffen, welche nicht den gleichen Störeinflüssen, wie die Hochspannungsfreileitungen unterworfen sind. Die Grosskraft-Fernübertragung hat zum Bau von sehr widerstandsfähigen Freileitungen geführt, deren Betriebssicherheit von der Hochfrequenztelephonie vielleicht noch übertroffen wird. Die Hochfrequenzübertragungsmittel sind nur vom Isolationszustand der als Richtleitungen benützten Hochspannungsübertragungssysteme abhängig. Sie machen sich deren gute Pflege durch die Werke zu Nutze. Die Anforderungen, welche von den Elektrizitätswerken an die Hochfrequenz-Nachrichtenmittel gestellt werden, können heute, ausgenommen durch die Kabeltelephonie, kaum durch ein anderes Hilfsmittel erfüllt werden.

Die HF-Telephonie der Elektrizitätswerke benützt hochfrequente elektromagnetische Wellen, welche sich im Dielektrikum der Hochspannungs-Freileitungen fortpflanzen; diesem Band hochfrequenter Trägerwellen werden die Sprachschwingungen niederer Frequenz überlagert. Weil die wissenschaftlichen und konstruktiven Grundlagen der Schwingungserzeugung (Röhrensender), Modulation, Verstärkung usw. im Rahmen dieser Abhandlung keinen Platz finden, bleiben sie unerörtert. Dagegen sollen hier die für die Elektrizitätswerk-Telephonie charakteristischen Energieübertragungsverhältnisse eingehender betrachtet werden, denn sie müssen vor dem Bau neuer Anlagen von Fall zu Fall beurteilt werden und interessieren deshalb die Werksleitungen. Die in der Einleitung unter *a* und *b* aufgestellten Forderungen hoher Betriebssicherheit, sowie jederzeitiger rascher Verbindungsmöglichkeit sind wegleitend für die Beurteilung der Verhältnisse. Will man die verschiedenen zu Gebote stehenden Lösungen vergleichen, so sollten sie auf der Basis gleicher Empfangslautstärke einander gegenübergestellt werden und zwar unter voller Berücksichtigung aller Betriebsbedingungen. Empfänger- und Senderstrom sind durch die Dämpfung der Uebertragungsstrecke miteinander verknüpft, während die Laut-

stärke vom Empfängerstrom in quadratischer Beziehung abhängig ist. Dämpfungsänderungen rufen daher erhöhte Lautstärkeschwankungen hervor. Die Dämpfung des Uebertragungsmittels ist im allgemeinen wegen der ändernden Betriebsverhältnisse nicht konstant; um die wünschbare gleichmässige Empfangslautstärke zu erzielen, müsste die Senderleistung oder die Abstimmung verändert werden. Beide Möglichkeiten verlangen Eingriffe und sind für ein Verbindungsmittel höchster Betriebssicherheit keine Ideallösungen. Wertvoller scheint ein Ausweg zu sein, welcher mit der geringstmöglichen Dämpfungsschwankung arbeitet. Die Ursachen der Dämpfungsänderungen können in Schalthandlungen, Leitungsstörungen oder atmosphärischen Einflüssen liegen; sie sind also nicht leicht auszuschalten. Für eine Anlage ist zur Erreichung höchster Betriebssicherheit, unter Vermeidung jedes künstlichen Eingriffs zur Wiedererstellung der Verbindung unwesentlich, ob sie auch im Normalbetrieb dauernd mit höherer Dämpfung oder einem Energieüberschuss arbeitet. In der Praxis äussern sich diese Erwägungen in der Frage der Benützung einer Richtphase und der Erde (Einphasenkopplung) oder zweier Phasen des Hochspannungssystems (Zweiphasenkopplung). Im ersten Fall ist die Dämpfung je nach der verwendeten Wellenlänge dauernd etwa 2,5 bis 3,5 mal grösser als im zweiten. Für bestimmte Sende- und Empfangsgeräte drückt der Quotient aus grösstem möglichem Senderstrom und kleinstem notwendigem Empfängerstrom die Reichweite aus; sie ist direkt abhängig von der Dämpfung der Leitung. Man erkennt daraus, dass die Zweiphasenkopplung mit ihrer im Normalbetrieb niedrigen Dämpfung vorwiegend zur Ueberbrückung grosser Strecken geeignet ist; bei Störung der Richtleitungen von Zweiphasenkopplung treten im allgemeinen grosse Dämpfungsänderungen auf, die zur Aufrechterhaltung des Sprechverkehrs in der Regel höhere Senderleistungen verlangen. Die HF-Telephonie der amerikanischen Elektrizitätswerke hat sich in dieser Richtung entwickelt. Berücksichtigen wir noch die weiteren Vor- und Nachteile der beiden Kopplungsmöglichkeiten. Bei Zweiphasenkopplung ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine der Kopplungsphasen an einer Leitungsstörung beteiligt ist, unbedingt grösser als bei der auf Dämpfungsänderungen unempfindlicheren Einphasenkopplung. Während bei Zweiphasenkopplung auf kurzen Leitungsstrecken Aenderungen der Betriebsschaltung sich weniger stark bemerkbar machen als bei Einphasenkopplung, stellt bei gleich grossem Aufwand an HF-Sperren Einphasenkopplung die vollkommenere Lösung dar als Zweiphasenkopplung mit Sperrung nur einer Welle in jedem Verzweigungs- oder Kopplungspunkt. Nachteilig sind die unbekannten Erdeinflüsse bei Einphasenkopplung, insbesondere Aenderungen der Leitfähigkeit und des Erdübergangswiderstandes. Um die schwankenden Erdeinflüsse für die HF-Anlage praktisch bedeutungslos zu machen, bedarf die Einphasenkopplung guter Geräte- oder Masterdungen. Nachteilige Wirkungen der schwankenden Erdeinflüsse sind uns weder aus Anlagen mit, noch aus solchen ohne Erdseil bekannt geworden. Der Erdwiderstand muss im Vergleich zum Wellenwiderstand der Leitung auf einem niedrigen Mass gehalten werden. Bei Rauhreif an den Leitungen ist anzunehmen, dass sich die Zweiphasenkopplung ungünstiger verhält als die einphasige, weil Dämpfung und Widerstand stärker ansteigen. Unter besonderen Umständen, welche die Betriebssicherheit nicht direkt beeinflussen, verhält sich die zweiphasige Kopplung günstiger als die einphasige. Isolationsfehler der Richtleitungen verursachen bei Zweiphasenanschluss theoretisch schwächere Störgeräusche. Die aktive Einwirkung fremder Sender (Stören) und der passive Einfluss benachbarter Empfänger (Abhören) sind bei Einphasenkopplung grösser; um quantitativen Aufschluss zu erhalten, müssen die herrschenden Verhältnisse berücksichtigt werden. Der moderne Leitungsbau mit seinen grossen Leiterabständen erhöht die bei kleinem Mastbild geringe Abhörbarkeit der Zweiphasenkopplung. Diese Beurteilung der Kopplungsfrage setzt gleiche Sende- und Empfangsgeräte voraus, wobei zu beachten ist, dass die Selektivität (System, Fabrikat) der Geräteschaltung auf die Güte der Sprachübertragung einen wesentlichen Einfluss ausüben kann. Nach diesen Erwägungen bestehen in der Betriebssicherheit zwischen beiden Systemen beachtenswerte Unterschiede; die Be-

triebserfahrungen haben aber bewiesen, dass in europäischen Verhältnissen beide Kopplungsarten praktisch fast gleich gute, jedenfalls befriedigende Verhältnisse ergeben.

Ausser der Uebermittlung von Lauten können hochfrequente Schwingungen zur Uebertragung von geschriebenen Zeichen, von Bildern, von Messwerten, von Schaltbefehlen, von Steuerimpulsen und von Rückmeldungen verwendet werden. Man kennt heute das Fernsprechen, Fernschreiben, Fernsehen, Fernmessen, Fernbefehlen und -Steuern, Fernmelden. Zweifellos ist das Fernsprechen mittels hochfrequenter Trägerwellen von den aufgeführten Anwendungsmöglichkeiten heute am weitesten entwickelt. Es gibt verschiedene Verfahren zur Uebertragung von Messwerten mittels hochfrequenter Wellen. Man trachtet im allgemeinen, die für den Fernsprechverkehr notwendigen HF-Geräte und Kondensatoren mitzubenützen. Auf dem Markt sind aber auch besondere kleine Sende- und Empfangsgeräte erhältlich, welche einen billigeren Betrieb ermöglichen als Sprechgeräte. Für die Fernmessung werden besondere Trägerwellenpaare benützt; Wellenlängen, die sich für Sprachübertragung nicht eignen, können der gleichzeitigen Uebermittlung mehrerer Messwerte dienen. Fernmessanlagen bestehen schon und für die Fernschreibverfahren zeigen viele Betriebsleiter wegen der raschen Uebermittlung geschriebener und mit Schemata versehener Schaltbefehle grosses Interesse. Die Anwendung dieser Methoden ist jedoch noch jung und die Apparate sind kaum der Durchbildung entwachsen, so dass auf konstruktivem Gebiet wohl noch eine starke Weiterentwicklung zu erwarten ist. Die praktische Erprobung der heute bekannten Systeme, ihre Einführung und weitere Verbreitung bei den Werken bleibt der Zukunft vorbehalten.

b) Bau- und Betriebs-Erfahrungen mit Hochfrequenzübertragung.

Theoretisch gibt es induktive und kapazitive Ankopplung der HF-Stationen an die Richtleitungen; praktisch kommt heute fast nur noch die zweite Art zur Verwendung. Die früher benützte Antennenkopplung ist abhängig vom Mastbild und hat im allgemeinen den Nachteil grösserer Kapazität gegen Erde als gegen die Richtleitungen. Heute benützt man meistens Kopplungskondensatoren, deren Kapazität von der Grössenordnung 10^3 cm ist. Während bis in die letzte Zeit überwiegend Hartpapierkondensatoren verwendet wurden, gibt es heute auf dem Markt auch Kondensatoren, deren Isolation aus Porzellan besteht. Die Konstruktion der von der Hescho G.m.b.H. in den Handel gebrachten ein- und zweiteiligen Freiluft-Porzellankondensatoren ist an sich neu. Eine Flasche aus Porzellan ist durch Aufbringen je eines inneren und äusseren hautdünnen Metallbelages als Kondensator ausgebildet. Bei der einteiligen Ausführung trägt die Flasche selbst um ihren Hals die Regenteller. Der Hals muss luft- und wasserdicht verschlossen werden; er trägt eine aufgekittete Klöppelklappe. Von ihr aus wird die Hochspannung mittelst einer durch den Hals zum Boden-Federkontakt verlaufenden Stange an den inneren Flaschenbelag gelegt. Der äussere, durch einen Metallmantel geschützte Belag, ist mit der untern Kappe verbunden, an welche das Geräte oder ein weiteres Kondensatorenelement angeschlossen wird. Wesentlich für die Fabrikation dieser Kondensatoren war die Kenntnis des Porzellan-Giessverfahrens, der Herstellung gut haftender, fehlerfreier Metallbeläge mit zweckmässig ausgebildetem Rand, insbesondere auch im Innern der Flasche. Die Armaturen sind jedoch aufgekittet, wodurch ein wahrscheinlich der Alterung unterworfenes Element und die Gefahr der Rissbildung auch in diese Kondensatorbauart eingeführt wird. Für die Verwendung im Freien dürfte aber das Porzellan im Hinblick auf seine allgemeinen und günstigen elektrischen Eigenschaften in scharfe Konkurrenz zum Hartpapier treten, um so mehr, als auch der Papierkondensator für Freiluftzwecke bisher meistens mit einem gekitteten Porzellanüberwurf versehen wurde. Die für die verschiedenen Kondensatorbauarten pro Element garantierten elektrischen Prüfwerte halten sich annähernd die Wage (ca. 150 kV, 5 Minuten, trocken). Aus Fig. 1 geht der Aufbau des einteiligen Porzellankondensators hervor. Mit Kabelkondensatoren sind wohl Versuche angestellt, aber keine günstigen Erfahrungen gesammelt worden.

Die mit Abstimmkreisen versehenen, vom Betriebsstrom durchflossenen HF-Sperren (kurzschlussfest!) und die Kopplungskondensatoren sind als Teile der Hochspannungsanlage zu betrachten; sie geniessen deshalb meistens die besondere Aufmerksamkeit der Betriebsleiter. So wie die HF-Sperren das Abwandern der HF-Energie auf nicht zur Richtphase gehörende Leitungen verhindern, so sollen die HF-Brücken die Energie dauernd über zwischen den Sprechorten liegende Schaltpunkte hinwegleiten, in welchen die Richtleitung betriebsmässig unterbrochen werden kann. Die Zahl der in einer Anlage unumgänglichen HF-Brücken hat nicht nur eine Schwächung der Empfangsenergie zur Folge, sondern beeinflusst wegen der hohen Baukosten die finanzielle Seite dieses Verbindungsmittels in wesentlichem Masse.

Die in der Schweiz vorkommenden Leitungsstrecken erheischen im allgemeinen keine grösseren Senderleistungen als 5 bis 10 Watt. Wenn nicht mehr als zwei HF-Brücken in Reihe liegen, kommt an der empfangenden Station genügend Energie an, um den Anruf sicher zu übermitteln und den Sprechverkehr selbst bei starker Dämpfung zu ermöglichen. Die HF-Uebertragung gestattet niederfrequenzseitig den Anschluss von Telephonautomaten und damit die freie Durchwahl. Gerade der Automat löst die Aufgabe, unzählige vorher vereinbarte Schaltbefehle, Rückmeldungen usw. zu vermitteln. Die Wahl der Gegenstation geht mittels des Nummernschalters in gleicher Weise vor sich, wie beim automatischen Staatstelephon.

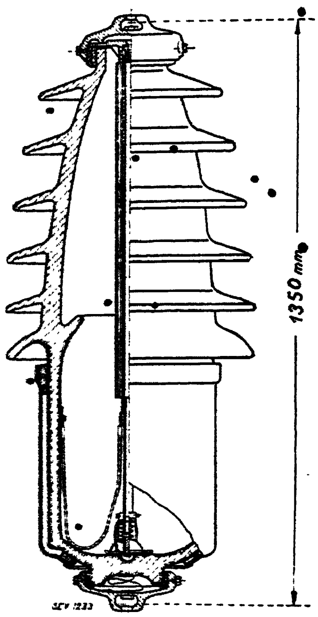


Fig. 1. Porzellankondensator.
Porzellan.
Leitender Belag.

Moderne HF-Telephonanlagen benötigen ein Trägerwellenpaar für das Sprechen und Gegensprechen ohne Umschalten. Die ruhenden Geräte sind stets auf die Empfangswelle eingestellt; der Wellenwechsel wird beim Betätigen des Geräts automatisch eingeleitet. Die Erzeugung hochfrequenter Schwingungen in Generatorröhren erheischt Gleichstrom. Vorläufig gehören zu jedem HF-Gerät eine oder mehrere Akkumulatorenbatterien. Die Anodenspannung wird bei einzelnen Systemen einer besondern 300 bis 400 Volt-Batterie entnommen; sie kann aber auch in Umformern mit funkenfreiem Lauf erzeugt werden. Die Pflege dieser Hilfsbetriebe bildet in den Unterhaltskosten einen mindestens ebensogrossen oder grösseren Posten als der Ersatz von Sicherungen und Röhren. Die zur Ladung der Batterien erforderliche elektrische Arbeit fällt für Kraftwerke nicht ins Gewicht.

Die Betriebserfahrungen mit neueren Geräten haben ergeben, dass die HF-Anlagen ausserordentlich betriebssicher funktionieren können. Von insgesamt 6 Verbindungsstörungen innerhalb eines Jahres auf einer mit 2 Geräten versehenen Strecke waren 2 auf die Hilfsbetriebe und 4 auf das Versagen von Röhren zurückzuführen. Jede der ausgefallenen Röhren hatte die garantierte Brenndauer überschritten; einzelne dauernd im Betrieb stehende (Empfänger-) Röhren erreichten über 8000 Brennstunden. Von den Hochspannungsleitungsstörungen verursachte keine eine merkliche Beeinträchtigung des Anruf- oder Sprechverkehrs. Gegenüber Gewittern sind die HF-Telephone im allgemeinen wenig empfindlich; diese Eigenschaft ist dort besonders erwünscht, wo Leitungen älterer Bauart im Betriebe stehen, welche durch Gewitter erfahrungsmässig leicht beschädigt werden können. Die Stör- und Abhörmöglichkeit ist wie erwähnt bei Einphasenkopplung grösser als bei zweiphasiger; es ist uns aus der Schweiz bisher kein Fall von Abhören der, im übrigen für Drittpersonen wenig interessanten Betriebsgespräche bekannt geworden. Damit verschiedene Werke, welche HF-Telephonanlagen betreiben, einander nicht stören,

werden, in zusammenstossenden Sprechbezirken die gleichen Wellenlängen nur einmal verwendet (Wellenverteilung).

Das E.W.Z. hat schon im Jahre 1920 Versuche auf einer 140 km langen 50 kV-Uebertragungsleitung alter Bauart vorgenommen. Die Ruf- und Sprechverbindungen mit damaligen Hilfsmitteln (Antennenkopplung, keine HF-Sperren) waren jedoch unzuverlässig und von Schaltungen im Hochspannungsnetz abhängig. Die aus den letzten 4 bis 6 Jahren stammenden und grösstenteils inzwischen vervollkommneten Anlagen stellen in der Elektrizitätswerk-Telephonie bezüglich Betriebssicherheit und Uebertragungsgüte einen grossen Fortschritt dar.

c) Die Hochfrequenz-Telephonnetze in der Schweiz.

Der Zusammenschluss von Hoch- und Niederdruckwerken der gleichen Unternehmung zur besseren Anpassung verschiedener Produktionsmöglichkeiten an den veränderlichen Bedarf war die Vorstufe des galvanischen Zusammenschlusses der Netze benachbarter Unternehmen. Dieser liegt in der Schweiz noch nicht viel mehr als ein Jahrzehnt zurück. Damals beherrschte der Sammelschienengedanke viele Geister; heute sind aber die Verbindungen von Unternehmen zu Unternehmen viel leistungsfähiger und die gegenwärtigen Beziehungen vielerorts enger als früher.

Art. 1 und 3 des Telegraphen- und Telephonverkehrsgesetzes von 1922 machen alle Anlagen für elektrische und radioelektrische Zeichen, Bild- und Lautübertragung konzessionspflichtig. Auf der Grundlage des genannten Art. 6 der Bundesvorschriften ist es denkbar, dass das Bedürfnis des direkten Sprechverkehrs verschiedener Betriebsleitungen untereinander einem werkseigenen schweizerischen Fernsprechnetz ruft. Wenn mehrere Unternehmen HF-Telephonnetze besitzen, die in einzelnen Stationen zusammenstossen, ist es ein leichtes, durchgehende Verbindungen herzustellen. Diese Möglichkeiten lassen die allmähliche Entstehung eines, einen grossen Teil der Schweiz überspannenden, HF-Telephonnetzes erwarten, welches aber nur von benachbarten Werken benützt und nur während des Bestehens von Energieaustauschverträgen wirklich über die eigene Unternehmung hinaus betrieben werden dürfte. Die Kupplung von Netzen, welche verschiedenen Werken gehören, wird zweckmässigerweise niederfrequent erfolgen; die Unternehmen sind dann in der Systemwahl vollkommen frei. Die Hochfrequenzübertragung bringt es mit sich, dass während eines Gespräches, welches zwei Stationen miteinander führen, die übrigen auf die gleichen Wellen abgestimmten Stationen nicht gleichzeitig weitere Verbindungen unter sich herstellen können. Unternehmen mit einer grösseren Anzahl von HF-Sprechstellen gruppieren zweckmässigerweise ihre Stationen in mehrere Sprechbezirke; es werden dadurch allerdings mehr Wellenpaare beansprucht, aber es können ebensoviele Verbindungen gleichzeitig hergestellt werden als Sprechbezirke — Wellenpaare — zur Verfügung stehen. Die gleichmässige Verteilung der Wellen ist im Hinblick auf das Zusammenstossen von Richtleitungen verschiedener Sprechbezirke und Unternehmungen notwendig. Die Wellen über 2000 m sind von der O.T.D. für den Elektrizitätswerk-Telephonverkehr im Rahmen der

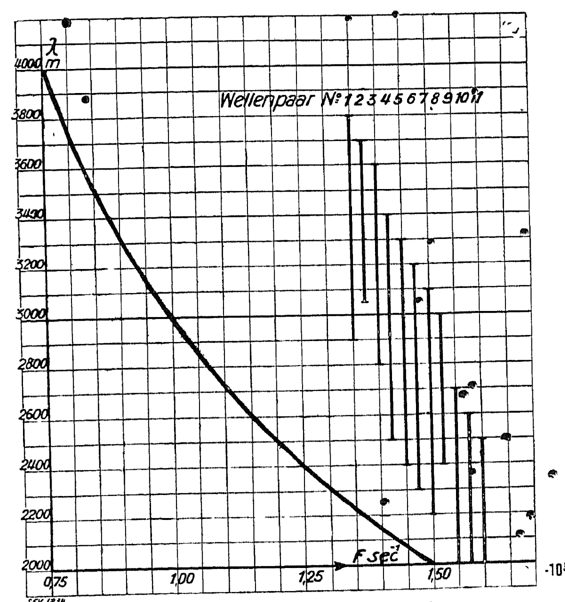


Fig. 2.
Wellenverteilung.

Konzessionen freigegeben. Um einen einwandfreien HF-Telephonverkehr zu gewährleisten sind verschiedene Bedingungen zu erfüllen; je nach der Selektivität der Geräteschaltung müssen die lange und die kurze Welle wenigstens 20 bis 30 % dieser letzteren auseinanderliegen. Die in Knotenpunkten verwendeten Wellen verschiedener Sprechbezirke sollten eine Differenz von wenigstens $5 \cdot 10^3$ Per/s und, sofern die Richtleitungen auf eine gemeinsame Sammelschiene münden, einen Unterschied von 10^4 Per/s aufweisen. Zur Nachprüfung der Knotenpunktsbedingungen benützt man zweckmässigerweise einen Frequenzen- und Wellenlängenplan nach Fig. 2. Die für das betreffende System geforderten Frequenz-Unterschiede können im Abszissenmasstab direkt abgegriffen werden. In Fig. 2 und Tabelle I

Tabelle I.

Unternehmen	Sprechbezirk	Wellenpaar No.*)	Wellenlängen Kurz m	Wellenlängen Lang m	Bemerkungen
a) Ganz innerhalb der Schweiz liegende Strecken:					
NOK	West	3	2800	3600	
NOK	Ost	6	2300	3200	
NOK	Kappelerhof-Grynau	10	2000	2610	
NOK	Schwörstadt . . .	12	2070	2700	projektiert
EWZ	Nord	9	2000	2700	
EWZ	Süd	1	2900	3800	projektiert
BK	. . . .	4	2500	3400	
RW	Nord	7	2200	3100	projektiert
RW	Süd	3	2800	3600	
KWB	. . . .	6	2300	3200	projektiert
BKW	. . . .	2	3050	3700	
SK I	Rathausen . . .	5	2400	3300	
EEF	. . . .				projektiert
EOS	. . . .	13	1410	1890	kein Wellenwechsel
b) Die Landesgrenze kreuzende Strecken:					
SK II	Laufenburg . . .		3300	5600	
Ofelti	Bodio	11	2000	2500	kein Wellenwechsel

*) Vergl. Fig. 3.

sind die für ein, in absehbarer Zukunft entstehendes, schweizerisches HF-Telephonnetz vorgesehenen Wellen eingetragen (unverbindliche Zuteilung). Das Netz ist in Fig. 3 schematisch dargestellt. Aus Tabelle II geht die beträchtliche Zunahme der Gerätezahl und der Länge der mit HF-Telephonen ausgerüsteten Leitungsstrecken hervor.

Tabelle II.

	Im März 1927	Im April 1929
Anzahl der in der Schweiz im Betrieb stehenden Geräte . . .	13	24
Anzahl der in der Schweiz und auf den mit ihr verkehrenden Strecken benachbarter Länder befindlichen Geräte	20	31
Ganz in der Schweiz liegende HF-Telephonstrecken . . . ca.	330 km	650 km
In der Schweiz und von ihr nach den Nachbarländern ausgehenden HF-Telephonie-Strecken . . . . ca.	950 km	1270 km

d) Bau- und Betriebskosten.

Die Hochfrequenz-Telephonverbindungen zeichnen sich dadurch aus, dass jegliche Kosten für Leitungsbau und -Unterhalt wegfallen. Dieses Verbindungsmittel ist in hervorragendem Masse zur Ueberbrückung grosser Entfernungen geeignet.

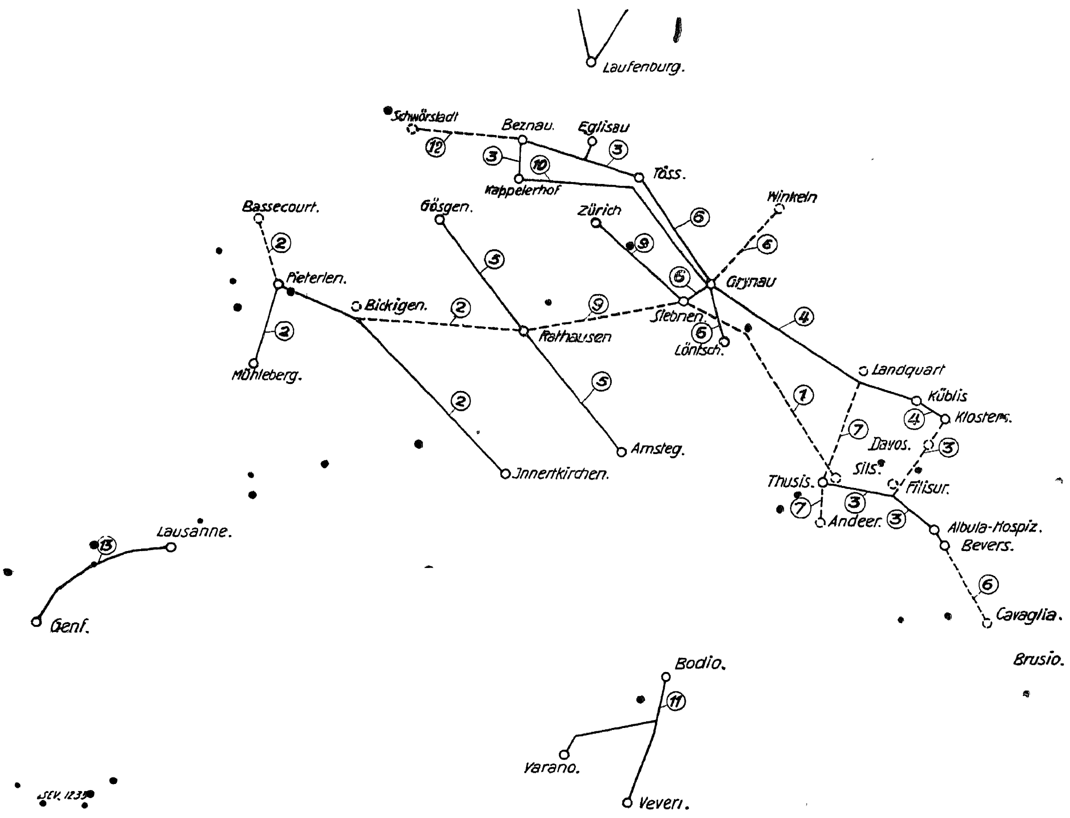


Fig. 3.
Schweizerisches HF-Telephonnetz (schematisch).
Durch Nummern sind die Wellenlängen angegeben, welche den Teilstrecken zugeteilt und in Tabelle I zahlenmässig aufgeführt sind.
—— Bestehende Sprechstrecken. ---- Projektierte Sprechstrecken.

In ganz rohen Zahlen ausgedrückt kostet ein Gerät (Telefunken, ähnlich wie D. T. W.) samt Montage rund Fr. 20000.–. Selbst wenn etwa noch HF-Brücken oder sonstige Komplikationen hinzukommen, kann man für das im Abschnitt 1 über gemietete Staatstelephonleitungen genannte Baukapital von Fr. 80000.– wenigstens drei Geräte mit allem Zubehör aufstellen und damit eine weit grössere Strecke als nur 100 km mit ganz beträchtlicher Betriebssicherheit überbrücken. Die Jahreskosten belaufen sich ohne den Energieverbrauch für ein Telefunken-Gerät für den Röhrenverschleiss allein auf 350 bis 400 Fr., das sind 2 % der Baukosten eines Geräts; bei einem Gerät der D. T. W. steigen sie annähernd auf das Doppelte. Hiezu kommen ausser dem Kapitalzins etwa 200 kWh pro Jahr, die Batteriewartungskosten, sowie allfälliger Sicherungsersatz und Gerätereparaturen. Diese treten allerdings in den ersten Betriebsjahren zurück und über ältere Geräte liegen noch keine Betriebserfahrungen vor.

Wenn man von einzelnen Fehlschlägen in der kurzen Reihe von Entwicklungsjahren der Elektritätswerks-Telephonie absieht, darf man zusammenfassend behaupten, dass die heute bekannten Systeme von HF-Telephonie befriedigende Betriebsresultate ergeben und sich gegenüber Staats- und Hochspannungstelephon an ihren Plätzen als betriebssicher und konkurrenzfähig erwiesen haben.

4. Werkseigene Niederfrequenz-Verbindungen.

Zu den zuverlässigsten Verbindungsmitteln gehören die werkseigenen Telephonnetze, sofern sie sich in gutem Zustand befinden. Besonders betriebssicher sind

Anlagen mit Kabelleitungen. In der Schweiz verfügen die Bundesbahnen seit der Elektrifizierung über ein ausgedehntes eigenes Telephon-Kabelnetz. Im Besitz von Kraftwerksunternehmungen erreichen diese Netze meist nur eine beschränkte Ausdehnung, weil sie sich nur in Bezirken lohnen, in denen die Sprechstellen im Versorgungsgebiet ziemlich dicht beisammen liegen und wo die Telephonkabel in den Gräben der übrigen elektrischen Kabel verlegt werden können; diese Voraussetzungen sind im allgemeinen in städtischen Verhältnissen erfüllt, während in der Ueberlandversorgung die Kabelverbindungen wegen der grossen Strecken zu teuer ausfallen. Der Aufwand für diesen Hilfszweig der Elektrizitätsversorgung kann aber in Städten einen erheblichen Umfang annehmen. Das E.W.Z. besitzt beispielsweise allein innerhalb des Stadtgebietes ein eigenes Telephonkabelnetz von rund 440 km Drahtlänge. Solche werkseigene Telephonnetze sind auf die Betriebsanforderungen zugeschnitten und leisten daher vorzügliche Dienste im ordnungsmässigen Betrieb, besonders aber dank ihrer Betriebssicherheit auch bei Störungen der Speiseanlagen. Wenn die Bauaufwendungen gelegentlich hoch erscheinen mögen, können doch zuverlässig funktionierende Telephonverbindungen kostensparend wirken, wenn es mit ihrer Hilfe gelingt, Versorgungsstörungen in Ausdehnung oder Dauer zu beschränken.

5. Zusammenfassung.

Zum Schluss sei erwähnt, inwiefern die besprochenen Telephonarten den in der Einleitung genannten Bedingungen (*a*, *b*, *c*) zu genügen vermögen.

Vom Betriebsstandpunkt aus beurteilt, liegt der grösste Vorteil des *Staatstelephons* in seinen verhältnismässig niedrigen Betriebskosten (Bedingung *c*). Als genügend kann die Raschheit der Verbindung im Lokal- und im allgemeinen im interurbanen Verkehr vom Lande gegen die Stadt bezeichnet werden (*a*). Dagegen vermögen die Betriebssicherheit (Freileitungs-, Zentralen-Störungen) und der von Städten ausgehende Fernverkehr wegen der damit verbundenen Wartefristen die Betriebsbedingungen nicht im gewünschten Umfang zu erfüllen (*a* und *b*). Um jederzeit Verbindung zu erhalten, bedarf es einer organisatorischen Massnahme (*a*).

Hochspannungstelephone sind bezüglich Raschheit der Verbindungsherstellung und Verbindungsmöglichkeit zu jeder beliebigen Zeit für den Werkbetrieb vorzüglich geeignet (*a*). Dagegen ist die Betriebssicherheit nur mittelmässig; häufig fallen die Telephonstörungen mit den Leitungsstörungen zeitlich zusammen (*b*). Die Betriebskosten lassen sich mit denen des HF-Telephons wegen der Abhängigkeit von der Uebertragungsdistanz nicht generell vergleichen. Berücksichtigt man die Baukosten, so wird der Betrieb im allgemeinen teurer sein als der des Staatstelephons auf gleiche Streckenlänge (*c*).

Die *HF-Uebertragungssysteme* vermitteln die Verbindungen bei zweckmässigem Ausbau rasch und zu jeder Zeit (*a*). Die Betriebssicherheit ist im allgemeinen höher als bei Hochspannungstelephonen; von hohem Wert für den Werksbetrieb ist das Funktionieren bei Leitungs- oder Werksstörungen (Gewitter, Schneefall, Sturm usw.) (*b*). Die Betriebskosten sind unter Berücksichtigung der Anlagekosten allgemein höher als beim Staatstelephon; für einen Betriebskostenvergleich mit dem Hochspannungs- oder Staatstelephon muss die Streckenlänge und die Gesprächshäufigkeit berücksichtigt werden (*c*).

Rasch und jederzeit arbeiten *werkseigene Telephonnetze* (*a*); sie sind besonders betriebssicher, wenn sie verkabelt sind (*b*). Nachteilig sind die hohen Anlagekosten (*c*); dafür sind diese Netze im Unterhalt meistens sehr billig und erreichen eine beträchtliche Lebensdauer, wenn sie gepflegt werden. Die Betriebskosten sind unter diesen Umständen mässig (*c*).

Zurückblickend erkennt man, dass heute für jeden Werksbedarf eine passende Verständigungsmöglichkeit bekannt ist. Auch hier sei nochmals darauf hingewiesen, dass der Telephonautomat eine erhöhte und vielseitige Ausnützung der Leitungen erlaubt. In jedem Einzelfalle bedarf es der Prüfung, welche Art des Verständigungsmittels technisch und wirtschaftlich gerechtfertigt ist.

Diagramm des Spannungsabfalles in einem Netzwiderstand bei Phasenschiebung.

Von W. Werdenberg, Dipl.-Ing., Zürich.

513 : 621.319.13(004) : 621.312(0065)

Es wird ein Diagramm abgeleitet, aus dem der algebraische Spannungsabfall in Funktion des Verhältnisses tg φ = Blindleistung durch Wirkleistung bei konstanter Wirkleistung abgelesen werden kann und die Anwendung dieses Diagrammes auf Leitungen und Transformatoren gezeigt.

L'auteur établit un diagramme qui donne la chute de tension algébrique en fonction du rapport tg φ = puissance réactive sur puissance active, pour une puissance active constante. Il montre l'application de ce diagramme aux lignes et aux transformateurs.

1. *Einleitung.*

In letzter Zeit wird der Verkleinerung der Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung immer mehr Aufmerksamkeit geschenkt und an vielen Orten zur Verbesserung des Leistungsfaktors der Einbau von Phasenschiebern vorgenommen. Diese werden oft, um in möglichst vielen Netzteilen den Strom zu verkleinern, bei den Verbrauchern selbst, also am Ende von Leitungen und auf der Sekundärseite von Transformatoren angeschlossen. Dadurch werden die Spannungsabfälle[1]) im Netz je nach dessen Art mehr oder weniger merklich geändert. Ein einfach zu konstruierendes und nachfolgend beschriebenes Diagramm gestattet, sich rasch ein Bild dieser Aenderung zu machen.

Die bereits in einem Netzteil bestehende Wirkkomponente des Stromes wird durch den Anschluss eines Phasenschiebers nur unwesentlich geändert, da dessen Verluste klein sind und zudem der Vergrösserung der Wirkleistung durch den Phasenschieber die Verkleinerung derselben durch Minderverluste im betroffenen Netzteil gegenüberstehen. Bei einer Kompensation wird also nur die Blindkomponente wesentlich verändert. Das Verhältnis von Blindleistung zu Wirkleistung (tg φ) ist daher ein direktes Mass für die bezogene Blindleistung, so dass der Spannungsabfall mit Vorteil in Abhängigkeit von tg φ bei konstant abgegebener Wirkleistung dargestellt wird.

2. *Konstruktion des Diagramms.*

Zur Konstruktion des Diagramms für einen beliebigen Netzwiderstand werden dessen Ohmscher und induktiver oder geometrischer Spannungsabfall bei $\cos\varphi = 1$, d. h. $\mathrm{tg}\varphi = 0$ für eine beliebige Wirkleistung (z. B. 1 kW) als bekannt vorausgesetzt. Der Verlauf des Spannungsabfalles in Abhängigkeit von tg φ wird dann auf folgende Weise gefunden (Fig. 1):

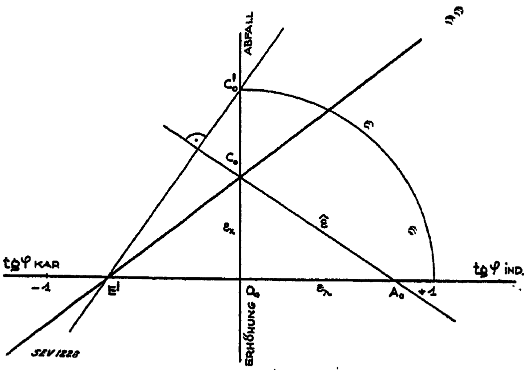


Fig. 1.
Verlauf des Spannungsabfalles in Abhängigkeit von tg φ.
ε_r Ohmscher Spannungsabfall bei tg φ = 0.
ε_λ Induktiver Spannungsabfall bei tg φ = 0.
$\hat{\varepsilon}$ Geometrischer Spannungsabfall bei tg φ = 0.

Für den Spannungsabfall und tg φ werden zwei beliebige, für die Darstellung bequeme Masstäbe gewählt. In einem rechtwinkligen Koordinatensystem werden auf der Ordinate der Ohmsche und auf der Abszisse der induktive Spannungsabfall für tg $\varphi = 0$ im gewählten Masstabe von O_0 aus abgetragen. Durch die damit erhaltenen Punkte A_0 und C_0 wird eine Gerade gezogen. ($A_0 C_0$ ist der geometrische Spannungsabfall.) Vom Punkte C'_0 aus, der durch Abtragen der Ein-

[1]) Wenn nichts anderes bemerkt wird, soll unter Spannungsabfall stets der algebraische Spannungsabfall verstanden werden.

heit des $tg\,\varphi$-Masstabes von O_0 aus gefunden wird, wird auf C_0A_0 eine Senkrechte gezogen, die die Abszisse in E' schneidet. Die Gerade durch die Punkte E' und C_0

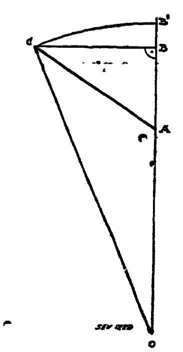


Fig. 2.
OA Spannung auf der Verbraucherseite.
OC Spannung auf Erzeugerseite.
AC Geometrischer Spannungsabfall.
$AB \sim AB'$ Algebraischer Spannungsabfall.

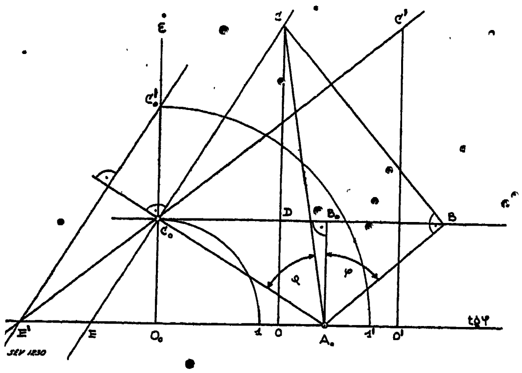


Fig. 3.

stellt nun den Verlauf des algebraischen Spannungsabfalles in Abhängigkeit von $tg\,\varphi$ bei konstanter Wirkleistung dar, wenn auf der Ordinate und Abszisse noch die Skalen für Spannungsabfall bezw. $tg\,\varphi$ abgetragen werden.

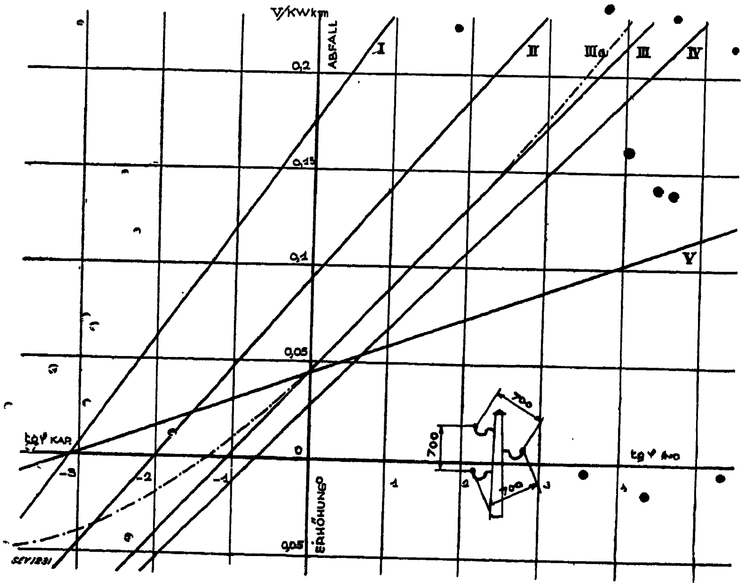


Fig. 4.
Spannungsabfall pro kW und km in 8 kV-Drehstromleitungen bei konstant abgegebener Leistung in Funktion von cos φ.
Freileitungen:
I 4 mm ⌀ Cu; R = 1,39 Ω/km Phase; L = 1,22 mH/km Phase.
II 5,5 mm ⌀ Cu; R = 0,72 Ω/km Phase; L = 1,16 mH/km Phase.
III 8 mm ⌀ Cu; R = 0,35 Ω/km Phase; L = 1,08 mH/km Phase.
(IIIa 8 mm ⌀ Cu; Tatsächlicher Verlauf für 20 000 kW/km.)
IV 10 mm ⌀ Cu; R = 0,223 Ω/km Phase; L = 1,038 mH/km Phase.
Kabel:
V 8 mm ⌀ Cu; R = 0,35 Ω/km Phase; L = 0,33 mH/km Phase; C_b = 0,2 μF/km Phase.

3. *Beweis.*

Der Beweis der Richtigkeit der angegebenen Konstruktion gründet sich auf die Annahme, dass der algebraische Spannungsabfall gleich der Projektion des geometrischen Spannungsabfalles auf die Spannung der Erzeuger- oder Verbraucherseite sei (Fig. 2). Da der Spannungsabfall in allen praktisch vorkommenden Fällen in bezug auf die Netzspannung klein ist, ist diese Annahme für unsern Zweck ohne weiteres zulässig. Aus dieser Annahme folgt, dass die Phasenverschiebung auf der Erzeugerseite gleich derjenigen auf der Verbraucherseite ist; denn der Punkt O kommt nach dem Unendlichen zu liegen, so dass CO parallel AO wird. Im vorangegangenen Abschnitt ist daher der Phasenverschiebung keine nähere Bezeichnung gegeben worden.

In der Fig. 3 stelle $\triangle A_0 B_0 C_0$ das Spannungsdreieck aus Ohmschem ($A_0 B_0$) und induktivem ($B_0 C_0$) Spannungsabfall bei $\operatorname{tg}\varphi = 0$ und einer bestimmten Wirkleistung dar: Verbraucherspannung und Strom fallen in die Richtung von $A_0 B_0$; die Erzeugerspannung fällt in die Richtung von $O_0 C_0$. Der algebraische Spannungsabfall ist also für $\operatorname{tg}\varphi = 0$ gleich $A_0 B_0$ oder $O_0 C_0$. Da die Wirkleistung konstant bleiben soll, wird bei einer Aenderung der Blindleistung auch die Wirkkomponente des Stromes und aller stromproportionalen Grössen konstant bleiben. Für eine beliebige andere Phasenverschiebung φ wird somit der Punkt B des neuen Spannungsabfalldreieckes auf einer senkrecht zu $A_0 B_0$ stehenden und durch B_0 gehenden Geraden liegen. Die andern Seiten des Dreieckes vergrössern sich proportional $\frac{A_0 B}{A_0 B_0}$. Dreieck $A_0 B C$ ist das zur Phasenverschiebung φ gehörende Spannungsdreieck, und nach der anfangs erwähnten Annahme ist also CO der dazu gehörende algebraische Spannungsabfall. Der geometrische Ort aller Punkte C ist bekanntlich eine durch C_0 gehende Gerade, die senkrecht zu $A_0 C_0$ steht; denn es ist, wegen der Aehnlichkeit der beiden Dreiecke $C_0 A_0 B_0$ und $C A_0 B$:

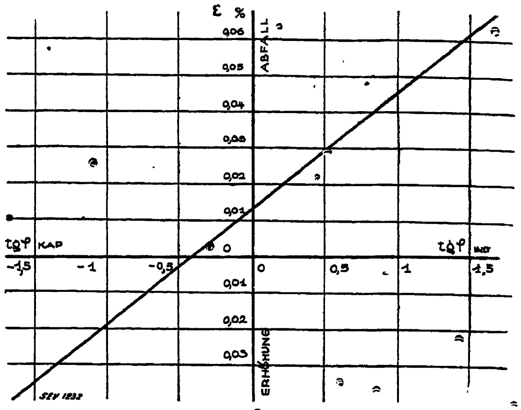


Fig. 4.

Spannungsabfall in einem 280 kVA Drehstrom-Transformator 8300/540 V bei konstanter Wirkleistung und variabler Blindleistung.

ε Spannungsabfall in % bei einer Wirklast von 1% der Nennlast.

$$\sphericalangle C_0 A_0 C = \sphericalangle B_0 A_0 B$$

und

$$\frac{C A_0}{C_0 A_0} = \frac{B A_0}{B_0 A_0};$$

d. h. es ist:

$$\triangle C C_0 A_0 \sim \triangle B B_0 A_0.$$

Daraus folgt, dass für alle Phasenverschiebungen φ der Winkel $C C_0 A_0$ ein Rechter ist und dass somit alle Punkte C auf der senkrecht zu $A_0 C_0$ stehenden Geraden EC liegen.

Auf der Geraden $O_0 O$ könnte nun durch Abtragen aller $\sphericalangle \varphi$ der zu den verschiedenen Punkten O gehörende $\operatorname{tg}\varphi$ gefunden werden. Diese $\operatorname{tg}\varphi$-Skala kann aber mit Hilfe folgender Ueberlegung einfacher ermittelt werden:

Da das Dreieck CDB ähnlich Dreieck $B B_0 A_0$ und das Dreieck $C_0 B_0 A_0$ ähnlich Dreieck $C B A_0$ ist, verhält sich:

$$\frac{A_0 B_0}{A_0 B} = \frac{DB}{CB} \text{ und } \frac{A_0 B_0}{A_0 B} = \frac{C_0 B_0}{CB}.$$

Daraus folgt: $DB = C_0 B_0$,

oder: $B_0 B = C_0 D$,

oder: $\underline{B_0 B = O_0 O.}$

Wird nun die Strecke $A_0 B_0$ gleich „Eins" gesetzt, so stellt die Strecke $B_0 B$ in diesem Masstabe den Tangens der Phasenverschiebung φ dar; nach dem Vorangegangenen kann nun aber auf $O_0 O$ der zu den Spannungsabfällen OC gehörende $\operatorname{tg}\varphi$ durch Abtragen dieses Masstabes gefunden werden.

Gewöhnlich wird man aber das Bedürfnis haben, Spannungs- und $\operatorname{tg}\varphi$-Masstab unabhängig voneinander zu wählen. Der Verlauf des algebraischen Spannungsabfalles wird dann wieder durch eine durch C_0 gehende, aber zu $O_0 A_0$ anders als

$E'C$ geneigte Gerade $E'C'$ dargestellt. Die Richtung dieser Geraden $E'C'$ kann so gefunden werden:

Ist nicht mehr O_0C_0 die Einheit des $\mathrm{tg}\,\varphi$-Masstabes, sondern $O_0C'_0$, so dass dem Punkte O der Punkt O' entspricht, so wird von C'_0 auf A_0C_0 eine Senkrechte gezogen, die die Gerade O_0A_0 im Punkte E' schneidet, welcher dann mit C_0 die Lage der gesuchten Geraden bestimmt. Es ist nämlich:

$$\frac{E'O_0}{E'O'} = \frac{C_0O_0}{C'O'} = \frac{E'O_0}{E'O_0 + O_0O'}$$

und

$$\frac{E'O_0}{EO_0} = \frac{C'_0O_0}{C_0O_0} = \frac{O_0O'}{O_0O}, \text{ woraus folgt}$$

$$E'O_0 = EO_0\frac{O_0O'}{O_0O}.$$

Wird dieser Wert für $E'O_0$ in der ersten Gleichung eingesetzt, so heisst sie:

$$\frac{C_0O_0}{C'O'} = \frac{EO_0}{EO_0 + O_0O'}$$

Da sich aber auch verhält $\frac{EO_0}{EO} = \frac{C_0O_0}{CO}$,

ist $\frac{C_0O_0}{C'O'} = \frac{C_0O_0}{CO}$,

oder: $\underline{C'O' = CO.}$

Damit ist der Beweis für die Richtigkeit der Diagrammkonstruktion erbracht.

4. Beispiele

Die Fig. 4 und 5 zeigen einige praktische Ausführungen des Diagrammes.

Fig. 4 zeigt den Verlauf des Spannungsabfalles von Drehstromleitungen für 8000 V. Hier wird mit Vorteil die Einheit des Spannungsabfalles in V pro km Leitungslänge und pro kW übertragene Wirkleistung gewählt, da alsdann wegen der direkten Proportionalität leicht auf beliebige Leitungslängen und Leistungen umgerechnet werden kann. Sollen z. B. auf einer 8 mm ∅ - Cu - Leitung 500 kW bei einem $\mathrm{tg}\,\varphi = 1$ 10 km weit übertragen werden, so beträgt der Spannungsabfall:

$$500 \text{ kW} \cdot 10 \text{ km} \cdot 0{,}086 \text{ V/kW km} = 430 \text{ V}.$$

Die Grösse 0,086 V/kW km ist aus dem Diagramm für $\mathrm{tg}\,\varphi = 1$ und Gerade III abgelesen worden. Bei starker Voreilung, wenn $\mathrm{tg}\,\varphi$ Werte von z. B. mehr als -2 annimmt, und gleichzeitig grosser kW km-Zahl gelten die aus dem Diagramm abgelesenen Werte nur noch angenähert; der Punkt, wo der Spannungsabfall gleich Null wird, wird später oder gar nicht mehr erreicht (z. B. Kurve IIIa).

Der Spannungsabfall in einem Transformator ist in Fig. 5 dargestellt und hier in Prozenten der Klemmenspannung für 1 % Wirkbelastung abgetragen. Auch hier kann einfach auf andere Belastungen umgerechnet werden.

Miscellanea.

Totenliste des S. E. V.

Der S. E. V. betrauert den Verlust seines weit über die Grenzen von Italien hinaus bekannten, hochangesehenen Mitgliedes Ingenieur *Guido Semenza*, der nach mehrjährigem Leiden am 7. November im Alter von 61 Jahren in Mailand gestorben ist.

Guido Semenza wurde im Jahre 1868 als Kind italienischer Eltern in London geboren. Seine Studien absolvierte er in Mailand und erlangte daselbst im Jahre 1893 das Ingenieurdiplom. Dann wurde er Zögling am Institut Montefiore in Brüssel. Von 1895 bis 1917 wirkte er als Chefelektriker und Berater der Società Edison in Mailand und leitete in dieser Stellung den Bau der ersten Fernleitungen mit hochgespanntem Drehstrom, einer Reihe von Kraftwerken und Verteilungsanlagen. Grosse Verdienste erwarb er sich um das staatliche Telephonnetz, das gegenwärtig noch nach seinen Plänen ausgebaut wird. U. a. war er auch auf dem Gebiete der elektrischen Traktion und der Messinstrumententechnik erfolgreich tätig.

Der Verstorbene ist der Autor einer Reihe wissenschaftlicher Originalarbeiten über Leitungsberechnung und -verlegung, über Maste und Isolatoren usw.

Semenza war einer der Gründer des Italienischen Elektrotechnischen Vereins, den er 1915 bis 1918 präsidierte; ferner war er Honorarsekretär des American Institute of Electrical Engineers und der Institution of Electrical Engineers für Italien.

In den Jahren 1923 bis 1927 amtete er mit Sachkenntnis und grossem Erfolg als Präsident der Internationalen Elektrotechnischen Kommission, deren Arbeiten er dank der hervorragenden technischen Vorbereitung der Diskussionen, Klarheit der Formulierung und einer seltenen Einführungsgabe einen starken Impuls gab.

Im Frühjahr 1929 hat The Institution of Electrical Engineers in London dem Verstorbenen die Faraday-Medaille verliehen.

Der S. E. V. und das Comité Electrotechnique Suisse haben in gemeinsamem Kondolenzschreiben ihrer Trauer um den Hinschied von Guido Semenza Ausdruck gegeben und werden ihm nicht nur als einem hervorragenden Fachmann, sondern auch als einem Menschen von umfassender Bildung und künstlerischem Empfinden stets ein ehrendes Andenken bewahren.

—

In seinem 71. Lebensjahre starb in Zürich am 17. November nach längerer Krankheit Dr. h. c. *W. C. Escher*, von Zürich, während mehr als 36 Jahren Verwaltungsrat unseres Kollektivmitgliedes, der Bank für elektrische Unternehmungen, seit 1925 deren Präsident. Der Verstorbene war auch Präsident des Verwaltungsrates der Schweizerischen Kreditanstalt in Zürich und in der Verwaltung weiterer industrieller und finanzieller Unternehmungen in der Schweiz und im Auslande. Mit Dr. W. C. Escher scheidet eine Persönlichkeit von vielseitigen Geistesgaben und hervorragenden Charaktereigenschaften aus dem Leben, die in den von ihm geleiteten Unternehmungen eine grosse Lücke hinterlässt. *L.*

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Beim Eidgenössischen Departement des Innern nachgesuchte Stromausfuhrbewilligung [1]).

Die Entreprises électriques fribourgeoises in Freiburg (E. E. F.) sind im Besitze der bis 8. Januar 1936 gültigen Ausfuhrbewilligung Nr. 89, vom 24. September 1926, für die Ausfuhr elektrischer Energie an die Société des forces motrices du Refrain in Montbéliard (Frankreich). Die zur Ausfuhr bewilligte Energie beträgt maximal 225 000 kWh pro Tag, lieferbar mit einer Leistung von maximal 16 500 kW.

Die E. E. F. stellen das *Gesuch um Erneuerung der Bewilligung Nr. 89* für die Zeit *bis 1. Januar 1940* und *Erhöhung* der zur Ausfuhr bewilligten Energiequote vom 1. Januar 1930 an auf 365 000 kWh pro Tag mit einer Leistung von maximal *22 000 kW*. Die Energieausfuhr ist einzuschränken, sofern die Bundesbehörden dies im Interesse der Verbesserung der Inlandversorgung als notwendig erachten.

Die über den Rahmen der Ausfuhrbewilligung Nr. 89 hinaus auszuführenden Energiemengen würden aus den Energiedisponibilitäten der E. E. F. sowie aus ihrem künftigen Fremdstrombezug von der S. A. l'Energie de l'Ouest Suisse, Lausanne (EOS) stammen. Diese würde die Energie aus ihrem Werk Champsec-Bagnes und dem Werk Sembrancher der Société Romande d'Electricité, welche vor der Vollendung stehen, sowie später aus dem im Bau befindlichen Werk La Dixence beziehen.

Zum Zwecke der vermehrten Ausfuhr beabsichtigen die E.E.F. den Umbau der bestehenden Uebertragungsleitung für 32 000 V Hauterive-Sugiez-Corbatière in eine Leitung für 120 000 V sowie die Erstellung eines 7 km langen neuen Leitungsstückes Corbatière-Schweizergrenze.

Gemäss Art. 6 der Verordnung über die Ausfuhr elektrischer Energie, vom 4. September 1924, wird dieses Begehren hiermit veröffentlicht. Einsprachen und andere Vernehmlassungen irgendwelcher Art sind beim Eidgenössischen Amt für Wasserwirtschaft in Bern bis spätestens den 20. Dezember 1929 einzureichen. Ebenso ist ein allfälliger Strombedarf im Inlande bis zu diesem Zeitpunkte anzumelden. Nach diesem Zeitpunkte eingegangene Einsprachen und Vernehmlassungen sowie Strombedarfsanmeldungen können keine Berücksichtigung mehr finden.

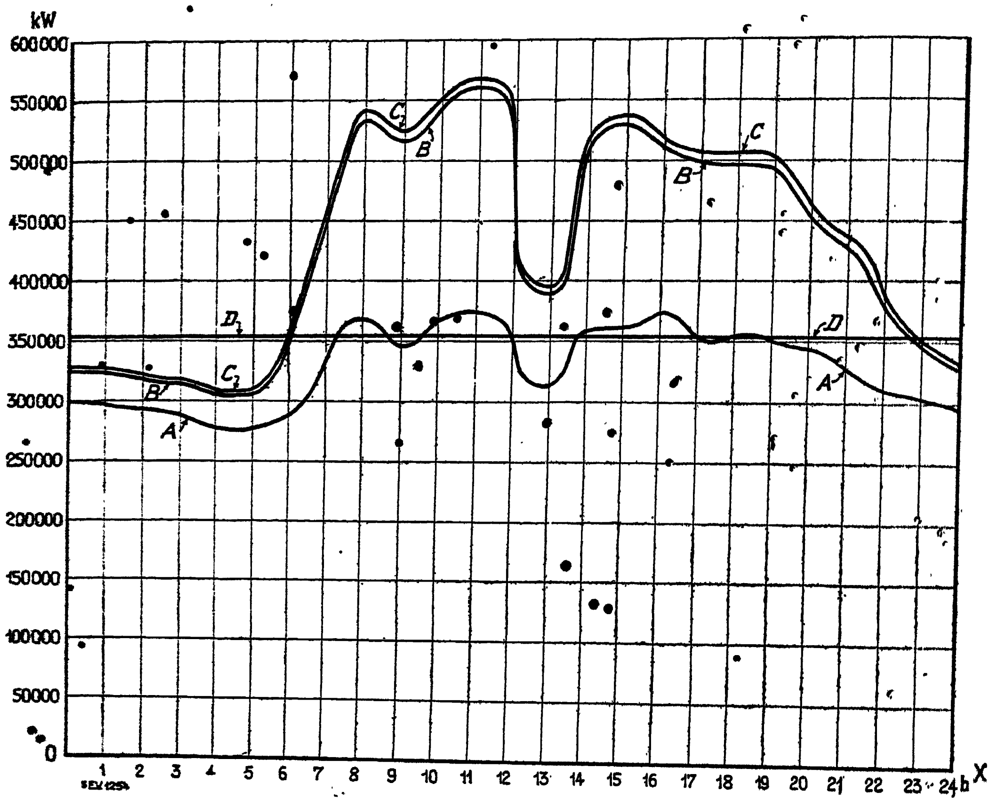
[1]) Bundesblatt No. 47, S. 297.

Statistik des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke über die Energieproduktion.

Statistique de l'Union de Centrales Suisses concernant la production d'énergie.

[Umfassend die Elektrizitätswerke, welche in eigenen Erzeugungsanlagen über mehr als 1000 kW verfügen, d. h. ca. 97 % der Gesamtproduktion [1]].
Comprenant toutes les entreprises de distribution d'énergie disposant dans leurs usines génératrices de plus de 1000 kW, c. à d. env. 97 % de la production totale [2])].

Verlauf der wirklichen Gesamtbelastungen am 18. Okt. 1929.
Diagramme journalier de la production totale le 18 oct. 1929.



Leistung der Flusskraftwerke	$= OX \div A =$	Puissance utilisée dans les usines au fil de l'eau.
Leistung der Saisonspeicherwerke	$= A \div B =$	Puissance utilisée dans les usines à réservoir saisonnier.
Leistung der kalorischen Anlagen und Energieeinfuhr .	$= B \div C =$	Puissance produite par les installations thermiques et importée.
Verfügbare Leistung der Flusskraftwerke (Tagesmittel)	$= OX \div D =$	Puissance disponible (moyenne journalière) des usines au fil de l'eau.

Im Monat Okt. 1929 wurden erzeugt: / *En oct. 1929 on a produit:*

In Flusskraftwerken	249,2 × 10⁶ kWh	dans les usines au fil de l'eau,
In Saisonspeicherwerken	47,0 × 10⁶ kWh	dans les usines à réservoir saisonnier,
In kalorischen Anlagen im Inland	0,7 × 10⁶ kWh	dans les installations thermiques suisses,
In ausländischen Anlagen (Wiedereinfuhr)	3,7 × 10⁶ kWh	dans des installations de l'étranger (réimportation)
Total	300,6 × 10⁶ kWh	au total.

Die erzeugte Energie wurde angenähert wie folgt verwendet: / *L'énergie produite a été utilisée approximativement comme suit:*

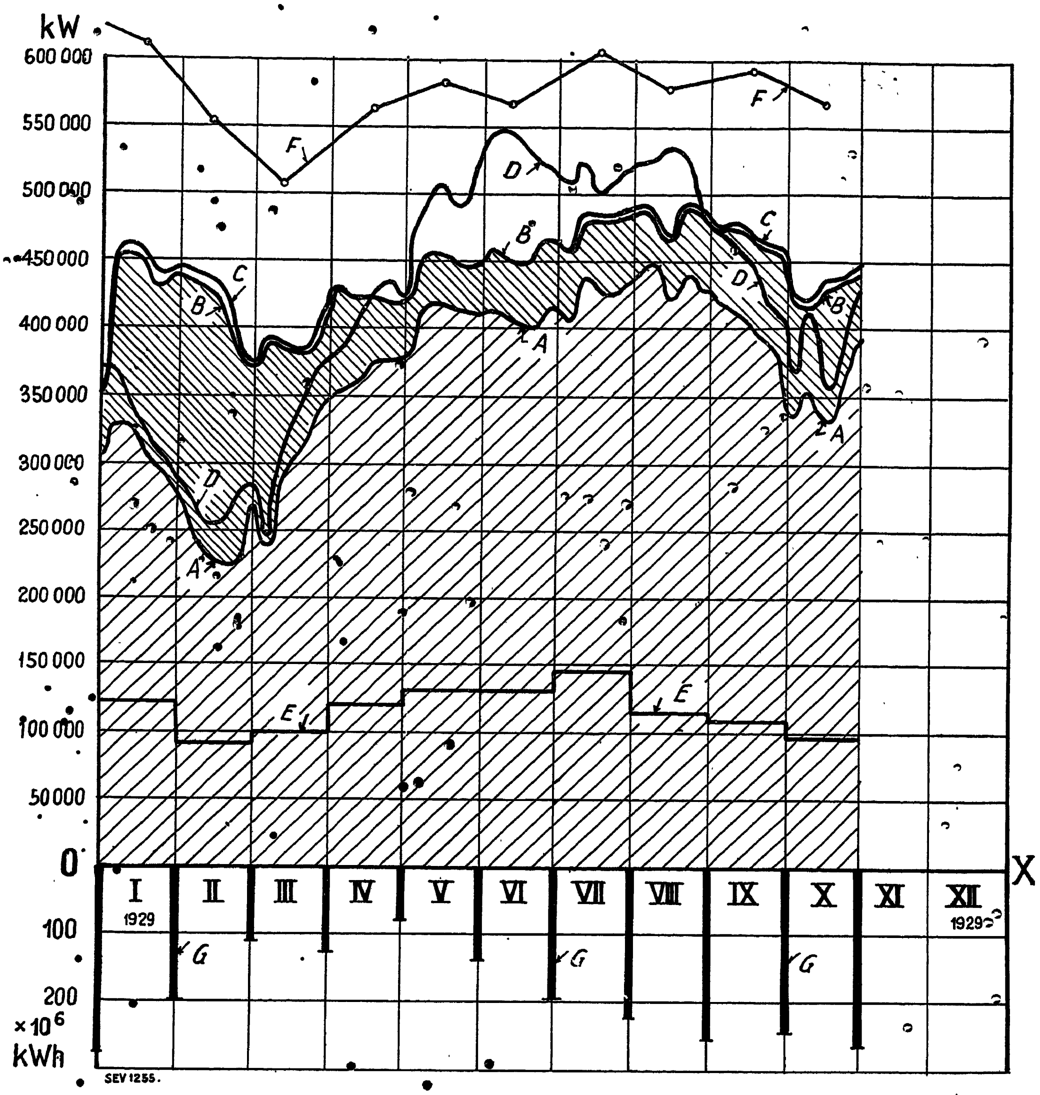
Allgem. Zwecke (Licht, Kraft, Wärme im Haushalt, Gewerbe und Industrie).	ca.	170,3 × 10⁶ kWh	pour usage général (éclairage, force et applications thermiques dans les ménages, les métiers et les industries),
Bahnbetriebe	ca.	16,7 × 10⁶ kWh	pour les services de traction,
Chemische, metallurg. und therm. Spezialbetriebe	ca.	41,5 × 10⁶ kWh	pour chimie, métallurgie et électrothermie,
Ausfuhr	ca.	72,1 × 10⁶ kWh	pour l'exportation,
Total	ca.	300,6 × 10⁶ kWh	au total.

Davon sind in der Schweiz zu Abfallpreisen abgegeben worden: 16,3 × 10⁶ kWh ont été cédées à des prix de rebut en Suisse.

[1]) Nicht inbegriffen sind die Kraftwerke der Schweiz. Bundesbahnen und der industriellen Unternehmungen, welche die Energie nur für den Eigenbedarf erzeugen.

[2]) Ne sont pas comprises les usines des Chemins de Fer Fédéraux et des industriels produisant l'énergie pour leur propre compte.

Verlauf der zur Verfügung gestandenen und der beanspruchten Gesamtleistungen.
Diagramme représentant le total des puissances disponibles et des puissances utilisées.



Die Kurven *A, B, C* und *D* stellen die Tagesmittel aller Mittwoche, die Kurve *E* Monatsmittel dar.

Die Wochenerzeugung erreicht den 6,40 bis 6,43fachen Wert der Mittwocherzeugung. Das Mittel dieser Verhältniszahl ergibt sich zu 6,42.

Les lignes *A, B, C, D* représentent les moyennes journalières de tous les mercredis, la ligne *E* la moyenne mensuelle.

La production hebdomadaire est de 6,40 à 6,43 fois plus grande que celle des mercredis. La valeur moyenne de ce coefficient est de 6,42.

In Flusskraftwerken ausgenützte Leistung	= $OX \div A$ =	Puissance utilisée dans les usines au fil de l'eau.
In Saisonspeicherwerken erzeugte Leistung	= $A \div B$ =	Puissance produite dans les usines à réservoir saisonnier.
Kalorisch erzeugte Leistung und Einfuhr aus ausländischen Kraftwerken	= $B \div C$ =	Puissance importée ou produite par les usines thermiques suisses.
Auf Grund des Wasserzuflusses in den Flusskraftwerken verfügbar gewesene Leistung	= $OX \div D$ =	Puissance disponible dans les usines au fil de l'eau.
Durch den Export absorbierte Leistung	= $OX \div E$ =	Puissance utilisée pour l'exportation.
An den der Mitte des Monates zunächst gelegenen Mittwochen aufgetretene Höchstleistungen	= $OX \div F$ =	Puissances maximums les mercredis les plus proches du 15 de chaque mois.
Anzahl der am Ende jeden Monats in den Saisonspeicherbecken vorrätig gewesenen Kilowattstunden	= $OX \div G$ =	Quantités d'énergie disponibles dans les réservoirs saisonniers à la fin de chaque mois.

Literatur. — Bibliographie.

Kabeltechnik. Die Theorie, Berechnung und Herstellung des elektrischen Kabels. Par *M. Klein*, Berlin. 486 pages, 16 × 23,5 cm, 474 fig., 149 tableaux. Editeur Jul. Springer, Berlin, 1929. Prix relié RM. 57.—.

L'ouvrage dont nous donnons ci-après un bref aperçu vient combler une lacune de la littérature technique moderne à laquelle manquait jusqu'ici un manuel traitant dans son ensemble et sous le jour des connaissances et expériences amassées dans ce domaine, la question des câbles électriques tant à courant fort qu'à courant faible. Les très rapides progrès réalisés dans cette branche de l'activité humaine au cours des dernières décades et même depuis la guerre, rendent en effet démodés et forcément incomplets les ouvrages consacrés aux câbles électriques, parus avant celui que nous présentons ici.

L'exposé débute par un rappel succinct et condensé du bagage de connaissances théoriques que le lecteur est censé posséder avant de s'enfoncer dans l'étude même du câble électrique.

Il est fait une démarcation nettement tranchée entre les deux grandes classes dans lesquelles on range habituellement les câbles électriques: câbles à courant fort et câbles à courant faible. Cette distinction est strictement maintenue dans tous les chapitres, qu'il s'agisse de la théorie, du calcul des constantes, de la constitution des câbles, des méthodes de fabrication, d'essai ou de pose.

Dans les chapitres consacrés à l'étude des câbles à courant fort l'auteur traite avec beaucoup de compétence les questions à l'ordre du jour dans cet important domaine: constitution du diélectrique, importance de son homogénéité parfaite, influence néfaste des vacuoles occluses dans sa masse, solutions préconisées et mise en vigueur des procédés actuels dans le but d'uniformiser les qualités du diélectrique et, par suite, de mettre celui-ci en mesure de supporter en exploitation des tensions toujours plus élevées.

Les câbles à courant faible, principalement les câbles téléphoniques, font l'objet d'une étude approfondie. Les solutions apportées par la technique moderne au problème de transmission téléphonique à courte ou à longue distance sont passées en revue: câbles en paires, en quartes étoiles, en quartes ordinaires, câbles krarupisés, pupinisés, etc.

Un soin particulier est voué à l'étude des questions technologiques intéressant la fabrication du câble. Des tabelles nombreuses, communiquées par des maisons spécialisées de premier ordre de différents pays, fourniront à l'ingénieur praticien des renseignements précieux touchant les données constructives relatives à tous les éléments constitutifs des câbles électriques: conducteurs, isolants, gaîne de plomb, armure, etc. De nombreux extraits de cahiers de charges et de prescriptions officielles en vigueur dans divers pays européens et américains — et en particulier en Suisse — présentent un vif intérêt en raison des comparaisons qu'ils facilitent et des tendances variables suivant la diversité des conditions particulières à chaque pays.

La machinerie moderne utilisée dans les câbleries actuelles est étudiée avec force détails. Les principes dont est inspirée la construction des machines multiples sont mis clairement en lumière. De nombreuses reproductions photographiques de machines modernes illustrent mieux que de longs textes ce qui se fait aujourd'hui dans ce domaine. On reconnaîtra en parcourant cet ouvrage la tendance actuelle à l'augmentation des dimensions des unités utilisées, tendance à l'extension de laquelle concourent les exploitants, en exigeant du fabricant des câbles toujours plus gros, livrés en coupures toujours plus longues: câbleuses pour câbles à courant fort ou faible, toronneuses, étuves de desséchage, cuves d'imprégnation sont à l'augmentation.

Le chapitre traitant la métrologie appliquée à la branche du câble électrique résume de façon très intéressante les principes comme les méthodes qui sont à la base de cette importante science appliquée. De nombreuses figures et vues d'appareils illustrent le texte. En ce qui concerne les câbles à courant fort et, en particulier, ceux qui sont destinés à fonctionner sous haute tension, les méthodes les plus modernes sont exposées: détermination des pertes diélectriques, établissement des «courbes de vie» qui donnent les temps de claquage en fonction des durées d'application de la tension, essai des câbles sous haute tension continue. Pour les câbles à courant faible, l'auteur décrit les méthodes appliquées en usine pour vérifier la qualité des produits et celles qui entrent en jeu après pose et fournissent les constantes de transmission des installations terminées, en condition d'exploitation: valeur de l'amortissement des circuits, diaphonie, fréquence-limite, résistance d'isolement, etc.

Les méthodes de pose appliquées dans plusieurs pays et dans les conditions les plus diverses sont décrites pour tous les types de câbles usuels: aériens, souterrains, sous-marins, câbles en tunnels, mines, au passage de ponts, etc. Les machines spéciales de pose mises sur pied au cours des dernières années, particulièrement dans les grands pays présentant d'importantes étendues peu accidentées, font l'objet d'une mention spéciale. Les renseignements et photographies relatifs aux accessoires intéresseront spécialement le praticien.

Nous attirons l'attention des spécialistes qui s'intéresseraient à cet ouvrage sur la qualité et le nombre des figures et des reproductions photographiques qui sont d'une netteté remarquable et fort bien choisies. Le texte est toujours très clair et aisément compréhensible. Les développements mathématiques sont réduits au strict minimum; autant que possible l'auteur s'est efforcé de se passer de leur aide, sans toutefois renoncer à la clarté qu'ils impliquent. Ceux auxquels il a recouru sont présentés de façon telle que tout aspect rébarbatif en est banni.

En résumé nous estimons que cet ouvrage présente une réelle valeur et est appelé à rendre de signalés services non seulement aux ingénieurs spécialisés, mais à tous ceux qu'intéresse, de près ou de loin, la technique des câbles qui prend de nos jours, dans tous les domaines, une importance accrue. *M. Jéquier.*

SCHWEIZ. ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke | REDAKTION Zürich 8, Seefeldstr. 301 | Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité

Verlag und Administration | Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G. Zürich 4, Stauffacherquai 36/38 | Editeur et Administration

XX. Jahrgang
XX^e Année

Bulletin No. 24

Dezember II
Décembre II
1929

Das Etzelwerk.

Von *H. Eggenberger*, Oberingenieur der S. B. B., Bern.

621.312.134(494)

Die ersten Konzessionsverträge für ein Etzelwerk wurden schon im Jahre 1900 abgeschlossen; im Jahre 1904 interessierten sich bereits die Schweizerischen Bundesbahnen dafür. Die Realisierung des Projektes verzögerte sich jedoch bis heute. Der Bau ist nun gesichert, nachdem der Verwaltungsrat der S. B. B. am 19. November d. J. die Vorlage der Generaldirektion der S. B. B. genehmigt hat[1]). *Bauherr ist eine zu gründende Aktiengesellschaft, an der die S. B. B. mit 55 % und die Nordostschweizerischen Kraftwerke mit 45 % beteiligt sind.*

Durch Ableitung der Sihl aus dem Stausee hinter Einsiedeln in den Zürichsee steht eine ausnützbare Wasserkraft von durchschnittlich 5 m³/s bei einem Gefälle von 483 m zur Verfügung. Der Unterlauf der Sihl wird aus dem Stausee so dotiert, dass die Wasserführung beim Eintritt in den Kanton Zürich, oberhalb Hütten, nicht unter 2,5 m³/s herabgeht, wodurch die bisherige Minimal-Wasserführung verdoppelt wird.

Das projektierte Werk wird eine Speicherfähigkeit von 80·10⁶ kWh haben. Die jährliche Produktion wird 135·10⁶ kWh betragen. Die totalen Baukosten sind zu 62·10⁶ Fr. veranschlagt. Die Gestehungskosten der den S. B. B. zustehenden Energie in Verbindung mit dem Kraftwerk Amsteg werden zu 2,6 Rp./kWh berechnet. Das Werk soll im Herbst 1934 betriebsbereit sein.

1) Siehe Bulletin S. E. V. 1929, No. 24, S. 830.

Les premiers contrats relatifs à la concession d'une centrale électrique à l'Etzel remontent à 1900. En 1904 les Chemins de fer fédéraux s'y sont déjà intéressés, toutefois l'exécution du projet se fit attendre jusqu'à aujourd'hui, où elle est enfin garantie, le Conseil d'administration des C. F. F. ayant adopté le 19 novembre dernier les propositions de la Direction générale[1]). *La construction sera aux mains d'une société par actions, à laquelle les C. F. F. participeront pour 55 % et les Forces Motrices du Nord-Est pour 45 %.*

En dérivant la Sihl, barrée derrière Einsiedeln, dans le lac de Zurich, on disposera d'un débit moyen de 5 m³/sec sous une chute de 483 m. L'écoulement de la Sihl en aval du bassin de retenue sera réglé de telle sorte qu'un débit minimum de 2,5 m³/sec sera garanti en tout temps au point où la rivière entre dans le canton de Zurich, au-dessus de Hütten, ce qui doublera le débit minimum actuel.

La centrale aura un pouvoir d'accumulation de 80·10⁶ kWh et pourra produire annuellement 135·10⁶ kWh. Les frais de construction complets sont évalués à 62 millions de francs. Le prix de revient de l'énergie attribuée aux C. F. F., en relation avec la centrale d'Amsteg, sera de 2,6 cts/kWh. On prévoit que l'usine sera prête à fonctionner en automne 1934.

1) Voir Bulletin de l'A. S. E. 1929, No. 24, page 830.

I. Allgemeines.

Das Etzelwerkprojekt, nach welchem die Sihl im Hochtale östlich von Einsiedeln gestaut und in den Zürichsee abgeleitet werden soll, stammt vom verstorbenen Ingenieur L. Kürsteiner in St. Gallen.

Dieser stellte Mitte der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts ein generelles Projekt auf und trat in Verbindung mit der Maschinenfabrik Oerlikon. Gestützt auf ein günstiges Gutachten von Dr. A. Heim, Prof. der Geologie am Eidg. Polytechnikum



1 Unterwasserkanal, 440 m lang.
2 Maschinenhaus.
3 Zufahrtsgeleise.
4 Druckleitung, 2300 m lang.
5 Wasserschloss.
6 Zuleitungsstollen, 2830 m lang.
7 Wasserfassung.
8 Staumauer mit Überlauf in den Schlagen.
9 Grundablass.
10 Abschlussdamm bei der Hühnermatt.
11 Viadukt 4,5 m breit.
12 Abschlussdamm mit Pumpenanlage bei Willerzell.
13 Auffüllung bei Gross.
14 Brücke, 6 m breit mit Anschlussdämmen, 500 m lang.
15 Abschlussdamm mit Pumpenanlage bei Euthal.
16 Brücke, 4,5 m breit mit Anschlussdämmen.
17 Abschlussdamm mit Pumpenanlage beim Schützenried.
18 Minster-Verbauung.
19 Sihl-Verbauung.
20 Zum Kiessammler (von der Nummer 1500 m sihlaufwärts, auf dem Ochsenboden).

Fig. 1. Uebersichtskarte des Etzelwerkes. (Masstab: 14 mm entsprechen 1 km.)
Reproduziert mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie vom 13. XI. 1929.

in Zürich, über die Ausführbarkeit des Stausees, schloss diese mit den Bezirken Einsiedeln und Höfe im Jahre 1900 Konzessionsverträge ab und betraute Herrn Kürsteiner mit der Aufstellung eines Bauprojektes. Im Jahre 1902 begann auch der Kanton Zürich sich für das Etzelwerk zu interessieren, nachdem der Regierungsrat durch eine Motion des Herrn Dr. Wettstein im Kantonsrat eingeladen wurde, zu prüfen, ob nicht die Ausführung des Etzelwerkes als im Interesse des Kantons Zürich liegend durch den Staat oder mit dessen Beteiligung erfolgen sollte. Im Auftrag der Regierung fand eine weitere eingehende Begutachtung des Projektes in technischer, geologischer und wirtschaftlicher Hinsicht statt, und es setzten Unterhandlungen mit den Regierungen der Kantone Schwyz und Zug ein, um die Bedingungen festzustellen, unter welchen diese der Ausführung des Projektes ihre Zustimmung geben würden. Während das Gutachten der Experten in jeder Beziehung günstig ausfiel, führten die Unterhandlungen mit dem Kanton Schwyz zu keinem nützlichen Ergebnis, so dass die Zürcher Regierung sich entschliessen musste, auf eine weitere Verfolgung des Projektes zu verzichten. Vor diesem Entschlusse, schon am 19. Mai 1904, richteten Regierungsrat und Stadtrat von Zürich an den Bundesrat das Gesuch, er möge im Hinblick auf die Elektrifizierung der schweizerischen Bundesbahnen die Frage in Erwägung ziehen, ob es nicht im Interesse der Eidgenossenschaft oder eines grossen Teiles derselben liege, sich am Bau und Betrieb

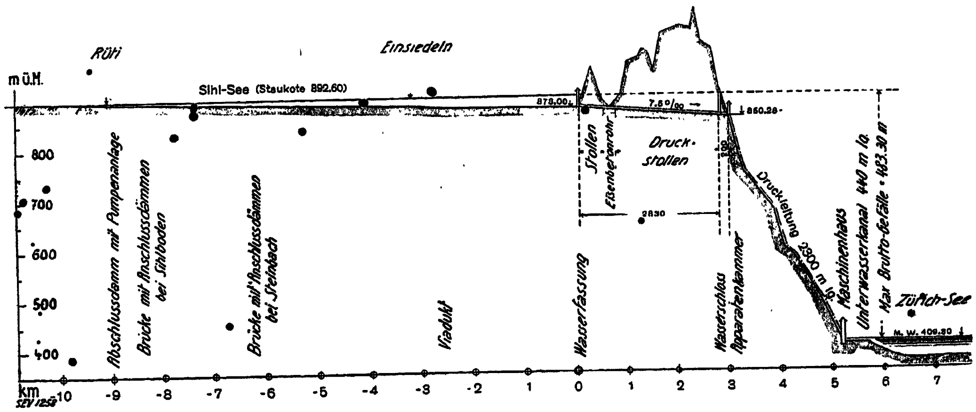


Fig. 2.
Längenprofil des Etzelwerkes.

des Etzelwerkes finanziell zu beteiligen. Hierauf hatte das Eidg. Departement des Innern unterm 31. Dezember 1904 geantwortet, dass der Bundesrat im Einverständnis mit der Generaldirektion der schweizerischen Bundesbahnen es als seine Pflicht erachte, sich die erforderlichen Wasserkräfte für den elektrischen Bahnbetrieb zu sichern und dass er sich aus diesem Grunde in erster Linie für das Etzelwerk interessiere. Darauf haben auch die Bundesbahnen das Etzelwerkprojekt einer eingehenden Prüfung unterzogen und sind dabei zum Schlusse gelangt, dass dieses Werk sich dank seiner Lage und seiner Speicherfähigkeit als Bahnkraftwerk vorzüglich eigne. Die Generaldirektion der schweizerischer Bundesbahnen schloss deshalb mit der Maschinenfabrik Oerlikon im Jahre 1909 einen Vertrag betreffend die Abtretung des Projektes, mit sämtlichen Studien und Untersuchungen für das Etzelwerk und Verzichtleistung auf die Konzession der schwyzerischen Bezirke Einsiedeln und Höfe ab, dem der Verwaltungsrat am 26. November 1909 zustimmte. Die vorhandenen Konzessionen liefen am 1. Oktober 1910 unbenützt ab, weil sie verschiedener Bestimmungen wegen von den Bundesbahnen nicht übernommen werden konnten und für die Erstellung des Werkes auch nicht genügten. Seither haben mit den Regierungen der Kantone Zürich, Schwyz und Zug Konzessionsverhandlungen stattgefunden, die während des Krieges mehrere Jahre unterbrochen werden mussten.

Erst im Jahre 1919 gelang es, die schwierigen Verhandlungen mit den Vertretern der genannten Kantonsregierungen zu einem vorläufigen Abschluss zu bringen. Der damals aufgestellte Vertrag wurde von den Regierungen von Zürich und Zug auch sofort genehmigt, während die Regierung des Kantons Schwyz wegen Widerständen, die sich im Bezirk Einsiedeln geltend machten, die Genehmigung verweigerte. Die Verhandlungen mussten mit den im Kanton Schwyz für die Konzessionserteilung zuständigen Bezirken Einsiedeln und Höfe neuerdings aufgenommen werden und führten im November 1926 zum Abschluss von Zusatzverträgen, in welchen den besonderen Verhältnissen im Bezirk Einsiedeln, für welchen die Erstellung des Stausees unstreitig einen starken Eingriff in die Lebensverhältnisse der Bevölkerung bedeutet, Rechnung getragen worden ist. Gleichzeitig wurden auch Kaufversprechen mit den Grundeigentümern im Stauseegebiet für den Fall des Zustandekommens des Etzelwerkes getätigt, um ein genaues Bild über die Kosten des Landerwerbes zu erhalten.

Damit glaubte man sämtliche Hindernisse, die der Konzessionserteilung durch den Kanton Schwyz entgegenstanden, beseitigt zu haben. Allein auch der Regierungsrat des Kantons Schwyz verlangte den Abschluss eines Zusatzvertrages, in welchem noch verschiedene kantonale Fragen zu regeln seien, bevor er den Konzessionsvertrag dem Kantonsrat zur Genehmigung vorlegen könne. Der Standpunkt der Bezirke Schwyz und March, dass sie konzessionsberechtigt seien und demnach auch ein Mitspracherecht beanspruchten, wurde von den Bundesbahnen abgelehnt, weil die für die Erstellung des Etzelwerkes im Kanton Schwyz in Betracht fallende Gewässerstrecke ausschliesslich in den Bezirken Einsiedeln und Höfe liegt. Nach Einholung eines juristischen Gutachtens machte der Regierungsrat des Kantons Schwyz diese Auffassung zu der seinigen und beschloss, dem Begehren der Bezirke Schwyz und March keine Folge zu geben. Die übrigen berechtigten Forderungen der Bezirke, wie auch der Gemeinde Altendorf, auf deren Gebiet das Maschinenhaus und die Druckleitung zu liegen kommen, sind in einem Zusatzvertrag geregelt worden.

II. Das Etzelwerk-Projekt.

Das heutige Projekt (Fig. 1 u. 2) weist gegenüber demjenigen der Maschinenfabrik Oerlikon in der technischen Gesamtanlage keine wesentlichen Aenderungen auf. Es bezweckt die Ausnützung der Sihl durch eine Stauung in den Schlagen, nordöstlich von Einsiedeln, auf 892,60 m ü. M. und Ableitung des Wassers in den obern Zürichsee 409,30 m ü. M. mit Maschinenhaus bei Weinberg, Gemeinde Altendorf.

Einzugsgebiet, Wassermengen und Gefälle. Das Einzugsgebiet an der Abschlussstelle des Stausees misst 156 km². Das zu überstauende Gebiet von 11 km² ist ein flaches, grösstenteils versumpftes Hochtal auf 880 m ü. M.

Die seit dem Jahre 1901 durchgeführten Wassermessungen der Sihl bei Untersiten ergeben eine durchschnittliche nutzbare Wassermenge von 5,0 m³/s.

Mit dem zur Verfügung stehenden Bruttogefälle von 483 m erhält man eine durchschnittliche 24-stündige Bruttoleistung von 23500 kW.

Stausee. (Fig. 3, 4 und 5). Der Talabschluss für die Stauung der Sihl ist in den Schlagen vorgesehen, wo sich der Fluss in einem Molasse-Felsriegel eingefressen hat. Die projektierte Gewichtsmauer erreicht nur eine Höhe von rund 28 m und weist einen Kubikinhalt von bloss 22000 m³ auf, während bei den Kraftwerken Barberine, Oberhasli und Wäggital mehr als das zehnfache an Beton für die Talsperren verwendet werden musste. Die ausserordentlich geringen Aufwendungen für die Staumauer des Etzelwerkes sind es nun gerade, die die übermässigen Ausgaben an Landerwerb und Kunstbauten im Seegebiet als erträglich erscheinen lassen. Damit der vorgeschriebene Stauspiegel (892,60 m ü. M.) nicht wesentlich überschritten werde, erhält die Mauer in der Krone automatisch wirkende Stauklappen oder Saugüberfälle, welche die Hochwasser abzuführen vermögen. Der entstehende künstliche Stausee hat bei rund 9 km Länge und einer durchschnittlichen Breite von 1,3 km

eine Oberfläche von 11 km² und einen Inhalt von 96,5 Millionen m³, von welchen bei der in den Zusatzverträgen vorgesehenen grössten Absenkung auf Kote 880,00 91,6 Millionen nutzbar sind. In der Einsenkung gegen das Alptal, bei der Hühnermatt, ist der See durch einen 14 m hohen Erddamm abzuschliessen. Im weitern sind gemäss Zusatzvertrag mit dem Bezirk Einsiedeln Abschlussdämme vor den Ortschaften Willerzell und Euthal, sowie am hintern See-Ende beim sog. Schützenried zu erstellen, bei welchen ein Teil des Vorlandes durch Pumpanlagen künstlich ent-

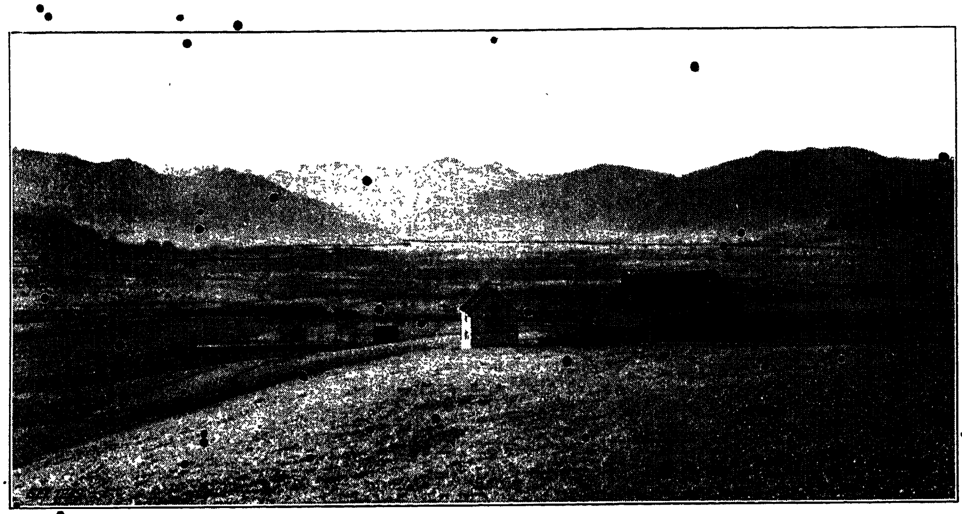


Fig. 3.
Stauseegebiet von Norden gesehen.

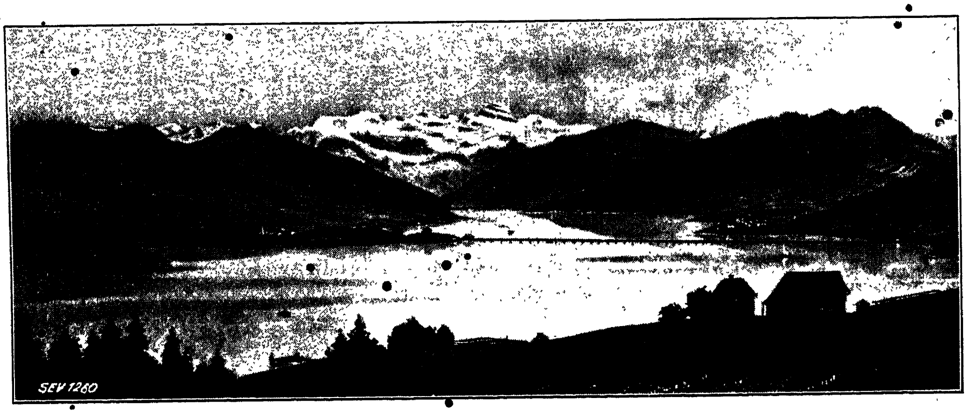


Fig. 4.
Künftiger Stausee von Norden gesehen.

wässert werden muss. Endlich ist bei Gross eine Materialauffüllung in Aussicht genommen. Diese Massnahmen haben den Zweck, die seichten Partien des Sees in der Nähe der Ortschaften zu eliminieren und damit unangenehmen Ausdünstungen zu begegnen. Am hintern See-Ende musste das Schützenried, das eigentliche Kartoffelpflanzland der Gemeinden Ober- und Unter-Iberg, vor Unterwassersetzung und Versumpfung gerettet werden. Dadurch konnte auch eine grosse Entschädigungsforderung dieser Gemeinden gegenstandslos gemacht werden.

Eine Frage für sich bildete bei den Verhandlungen mit den Behörden die unschädliche Ablagerung des Geschiebes der in den See mündenden Flüsse und Bäche. Diese wurde in der Weise gelöst, dass die Minster, der Eubach, der Steinbach, der Grossbach und der Rickenbach im Unterlauf korrigiert werden sollen, soweit dies nicht bereits geschehen ist, um die Stosskraft des Wassers so zu vergrössern, dass die Ablagerung des Geschiebes im Seebecken stattfinden kann. Eine fühlbare Verminderung des Seeinhaltes während der Konzessionsdauer ist nicht zu befürchten, so dass in der Hauptsache von Kiessammlern Umgang genommen werden

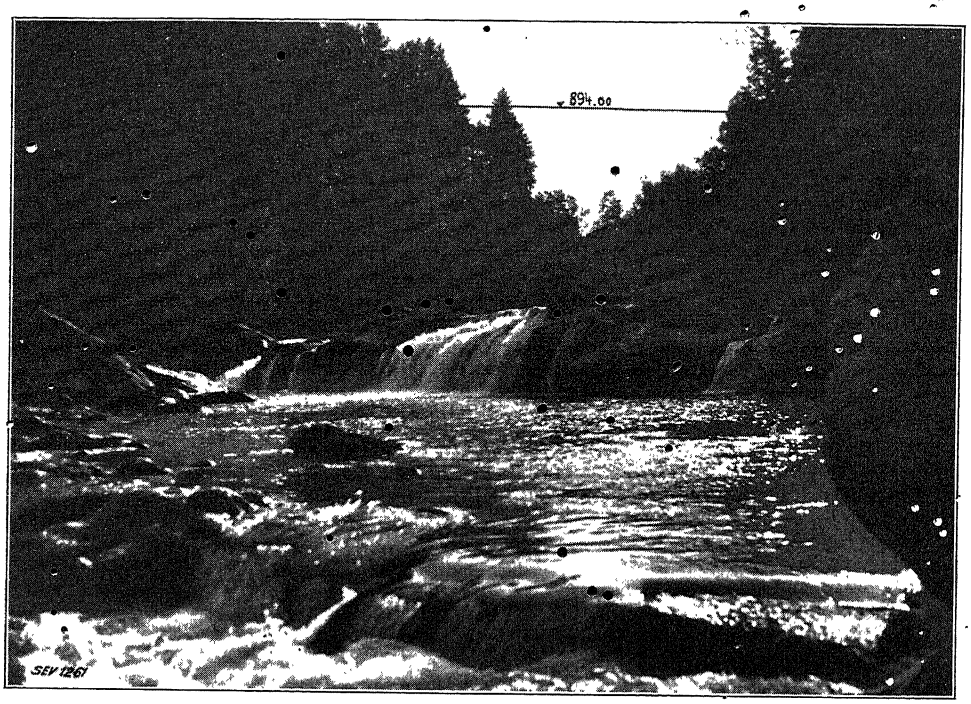


Fig. 5.
Abschlusstelle in den Schlagen.

konnte, deren Bau und Unterhalt zu kostspielig ist. Einzig bei der Sihl erwies sich die Anlage eines Kiessammlers als notwendig. Hierzu eignet sich ganz besonders der Ochsenboden. Da mit dem Kiessammler auch die Gegend und ganz besonders die Ortschaft Studen in Zukunft vor Ueberschwemmungen infolge von Geschiebestauungen bewahrt werden soll, erklärte sich der Kanton bereit, den Sammler mit Hilfe eines Beitrages der Bundesbahnen von 40 bis 45 % selbst zu erstellen.

Der Sihlsee bedingt endlich weitgehende Verlegungen der längs des Tales verlaufenden Strassenzüge, wie auch die Anlage von Querverbindungen. Diese Strassen sind im Einsiedler-Strassenvertrag des nähern bezeichnet.

Was die Sicherheit der Anlage des grossen Stausees anbetrifft, so können wir feststellen, dass das geologische Gutachten der Herren Prof. Mühlberg, Schmidt und Gutzwiller vom Jahre 1904 das Becken als absolut wasserdicht bezeichnet. Die Baustelle für die Staumauer in den Schlagen wird als durchaus günstig dargestellt; der Damm in der Hühnermatt könne mit Sicherheit auf undurchlässigen Untergrund gesetzt werden. Ein im Jahre 1923 eingeholtes geologisches Gutachten von Dr. J. Hug in Zürich nennt sogar die Schlagen eine Abschlusstelle, die in Bezug auf Dichtigkeit die denkbar günstigsten Vorbedingungen biete. Es kann somit festgestellt werden, dass hinsichtlich Wasserverluste, sowohl aus dem Seebecken als auch bei den Abschlusstellen, unangenehme Ueberraschungen nicht zu erwarten sind.

Stollen und Druckleitung. Die Wasserentnahme aus dem See erfolgt etwas oberhalb der Staumauer auf dem rechten Ufer, von wo aus das Betriebswasser durch einen Druckstollen von 2830 m Länge (wovon im Frühboden 170 m Rohrleitung oder Eisenbetonrohr) dem Wasserschloss oberhalb Bilsten zugeleitet wird. Hier beginnt die Druckleitung, die nach dem Austritt aus dem Berge (200 m) mit nur einem Richtungsbruch auf dem Fliegenberg zum Maschinenhaus am Weinberg führt. Sie besteht aus zwei Rohrsträngen von 1,80 m Durchmesser und je 2100 m Länge in der offenen Strecke. Eine Standseilbahn dient zum Legen der Druckleitung, dem Transport von Baumaterialien und später während des Betriebes des Werkes zu Revisions- und Unterhaltungszwecken. Das bereits genannte Gutachten von Dr. Hug, welches sich auf im Jahre 1922 ausgeführte Grabungen und Schürfungen stützt, spricht sich für die vorgesehene Führung durchaus günstig, auf jeden Fall günstiger als über die ebenfalls untersuchte weiter örtlich gelegene Linie aus. Ausserdem weist die Druckleitung bei ungefähr gleicher Länge ein günstigeres Längenprofil auf.

Maschinenhaus und Unterwasserkanal. Zahlreiche Probebohrungen, welche im Jahre 1922 ausgeführt wurden, veranlassten die Bundesbahnen, die in den Projekten Kürsteiner und Locher & Cie. vorgesehene Baustelle für das Maschinenhaus östlich des Weinberges zu verlassen und dieselbe an den westlichen Hang des Weinberges zu verschieben, wo die Zentrale ungefähr auf der Spiegelhöhe des Zürichsees auf Sandsteinfelsen zu stehen kommt. Die in Hallenbauten unterzubringenden Transformatoren- und Schaltanlagen können, dank ihrer ruhenden Belastung des Baugrundes, daneben auf dem kiesigen Talboden zur Aufstellung gelangen. Ein 440 m langer Unterwasserkanal gibt das Betriebswasser nach Unterfahrung der Kantonsstrasse und der Bahnlinie in den obern Zürichsee ab.

Diese Wasserabgabe hat im ungünstigsten Falle, gemäss Gutachten des Sekretariates, des Linth-Limmatverbandes, eine Wasserspiegelerhöhung des Obersees von 2,7 mm zur Folge, was praktisch belanglos ist, so dass von schädigenden Einflüssen auf die Seeufer und das angrenzende Land im Ernste nicht gesprochen werden kann.

Dotierung der Sihl. Nach dem vom ehemaligen Chef des hydrometrischen Bureaus, Herrn Dr. J. Epper, im Jahre 1904 ausgearbeiteten Gutachten dürfte allen gerechten Anforderungen, die seitens der unterhalb der Stauanlage im Sihltal in Frage kommenden Wasserwerkbesitzer so lange geltend gemacht werden können, als ihnen nicht auf anderem Wege eine Kompensation geboten wird, vollauf Genüge geleistet sein, wenn seitens des Etzelwerkes stets dafür gesorgt wird, dass in Sihlbrugg die Wasserführung der Sihl nicht unter 2,5 m^3/s herabgeht. Die Verdoppelung des bisherigen Minimalwasserquantums und die damit in Verbindung stehende Ermöglichung eines viel sichereren und regelmässigeren Betriebes allein seien für die betreffenden Werkbesitzer von weittragender Bedeutung. Inzwischen haben sich freilich die Verhältnisse im Sihltal hinsichtlich der Wasserausnützung bei einigen Werken durch Vergrösserung der Anlagen geändert. Allein die neuesten Erhebungen des eidg. Amtes für Wasserwirtschaft über die Ausnützung der Wasserkräfte der Sihl zeigen, dass nur bei einigen wenigen Werken von einem Energieausfall, und zwar vornehmlich Sommerkraft, gesprochen werden kann, wenn, wie im Konzessionsvertrag in Anlehnung an das Gutachten Epper vorgesehen ist, die Sihl aus dem Stausee so dotiert wird, dass ihre Wassermenge beim Eintritt in den Kanton Zürich oberhalb Hütten nie unter 2,5 m^3/s zurückgeht. Dabei ist nicht ausser Acht zu lassen, dass infolge der Dotierung die Wasserführung der Sihl eine regelmässigere wird und dass alle Werke ohne Ausnahme aus der Erhöhung der Niederwassermenge profitieren werden. Die im Konzessionsvertrag festgelegte Minimalwassermenge von 2,5 m^3/s hat zur Voraussetzung, dass die Abflussverhältnisse der Seitenbäche, die sich zwischen dem Stausee und der Kantonsgrenze in die Sihl ergiessen, nicht in nachteiliger Weise verändert werden.

Bauausführung und Werkbetrieb. Die Bundesbahnen, als Inhaber der Etzelwerk-Konzession, haben nicht die Absicht, das Werk allein zu erstellen, sondern gemeinsam

mit der A.-G. der Nordostschweizerischen Kraftwerke. Diese Kombination ist im Konzessionsvertrag bereits angedeutet, indem es heisst: „Falls Bau und Betrieb des Etzelwerkes einer aus den schweizerischen Bundesbahnen und den Nordostschweizerischen Kraftwerken gebildeten Aktiengesellschaft übertragen wird, ist die Konzessionärin berechtigt, dieser Gesellschaft eine Subkonzession einzuräumen."

Die Kombination mit den N. O. K. hat gegenüber dem Eigenbau den grossen Vorteil, dass sie schon vor der Betriebseröffnung des Werkes an eine gute Ausnützung des den Bundesbahnen zufallenden Anteils am Etzelwerk ermöglicht, und zwar mit Hilfe eines vorübergehenden, bis zur Fertigstellung des Werkes zunehmenden und alsdann stark abfallenden Energiebezuges von den N. O. K. über eine beim Unterwerk Seebach aufzustellende Umformeranlage. Der Energiebedarf des Bundesbahnnetzes nimmt eben trotz der Verkehrssteigerung und Fortsetzung der Elektrifizierung nicht mehr in dem Masse zu wie in den vergangenen Jahren, so dass bei Erstellung des ganzen Etzelwerkes durch die Bundesbahnen selbst, auch wenn dies etappenweise geschehen würde, während einer Reihe von Jahren namhafte Energieüberschüsse vorhanden wären, die erfahrungsgemäss nur zu ungünstigen Bedingungen abgesetzt werden könnten. Dadurch würde die im Bahnbetrieb verbrauchte Energie in unzulässiger Weise verteuert. Uebrigens liegt es auch nicht in der Aufgabe der Bundesbahnen, auf dem Energiemarkt als Konkurrent der privaten oder halbstaatlichen Elektrizitätsunternehmungen aufzutreten.

Im Gründungsvertrag der Etzelwerk A.-G. zwischen den Bundesbahnen und den Nordostschweizerischen Kraftwerken ist vorgesehen, das Etzelwerk als kombiniertes Bahn- und Industrie-Kraftwerk auszuführen, wobei aber die Teilanlagen der beiden Vertragskontrahenten nicht über das praktische Bedürfnis hinaus voneinander getrennt werden sollen. Bei einer Baukostensumme von Fr. 62 000 000 ist das Aktienkapital der Etzelwerk A.-G. auf Fr. 20 000 000 festgesetzt worden, wovon die Bundesbahnen 55 % (Fr. 11 000 000) und die Nordostschweizerischen Kraftwerke 45 % (Fr. 9 000 000) zu übernehmen haben. Die darüber hinaus erforderlichen Geldmittel sollen durch Anleihen oder durch Vorschüsse beschafft werden. Entsprechend der Beteiligung am Aktienkapital haben die Bundesbahnen Anspruch auf 55 % des zufliessenden Wassers und des Akkumulierraumes, d. h. auf 55 % der Arbeit des Etzelwerkes, während den Nordostschweizerischen Kraftwerken 45 % zufallen. In dem den Berechnungen zugrunde gelegten trockenen Jahr 1904/05 erhalten die Bundesbahnen bei einer Gesamtproduktion von 135 000 000 kWh eine Energiemenge von 74 000 000 kWh und die Nordostschweizerischen Kraftwerke eine solche von 61 000 000 kWh.

Die Etzelwerk A.-G. hat für eine rationelle und möglichst weitgehende Ausnützung des Werkes zu sorgen. So hat jede Vertragspartei das Recht, die Zuteilung der von der andern nicht ausgenützten Quote des zufliessenden Wassers gegen Uebernahme des entsprechenden Teils der Jahreskosten der Gemeinschaftsanlage (Stausee, Stollen, Druckleitung, Maschinenhaus, Unterwasserkanal) zu beanspruchen. Sie kann auch den Akkumulierraum der andern, soweit er von ihr nicht benützt wird, ohne Vergütung in Anspruch nehmen, wobei aber Wasserverluste durch Ueberlaufen des Sees bis zum Ausgleich auf Konto derjenigen Partei gehen, die den Stauraum der andern in Anspruch genommen hat. Die Etzelwerk A.-G. hat ferner für eine möglichst weitgehende Aushilfe bei Störungen in den Kraftwerken oder Leitungen der einen oder andern Partei zu sorgen. Nach Ablauf von 20 Jahren nach der Inbetriebsetzung des Werkes können die Bundesbahnen auf 10jährige Voranzeige hin auch den Anteil der Nordostschweizerischen Kraftwerke am Etzelwerk in Anspruch nehmen.

Bau- und Betriebskosten.

Die *Baukosten* des Etzelwerkes betragen für einen Ausbau auf 80 000 kW Einphasen- und Drehstrom Fr. 62 000 000.—, welche Summe sich aus folgenden Hauptposten zusammensetzt:

I. Gemeinschaftsanlage.

1. Verwaltung und Bauleitung	Fr.	1 670 000.–
2. Verzinsung des Baukapitals	„	3 130 000.–
3. Erwerb von Grund und Rechten	„	18 600 000.–
4. Baulicher Teil	„	27 900 000.–
	Fr.	51 300 000.–

II. Sonderanlagen.

1. Maschinell-elektrische Anlage der SBB (60 000 PS)	Fr.	5 900 000.–
2. Maschinell-elektrische Anlage der N. O. K. (50 000 PS)	„	4 800 000.–
Totale Baukosten	Fr.	62 000 000.–

Von diesen Baukosten entfallen auf die Bundesbahnen:

1. 55 % der Gemeinschaftsanlage (51 300 000)	Fr.	28 215 000.–
2. Maschinell-elektrische Anlage S. B. B.	„	5 900 000.–
Zusammen	Fr.	34 115 000.–

Die *jährlichen Betriebskosten,* von denen ebenfalls eine generelle Aufstellung folgt, beziehen sich auf den Anteil der Bundesbahnen am Etzelwerk, d. h. auf 55% der Gemeinschaftsanlage und auf die maschinell-elektrische Anlage zu Bahnzwecken, weil die Industrieanlage hinsichtlich Verzinsung des Baukapitals und der zu entrichtenden kantonalen und kommunalen Steuern etwas andere Verhältnisse aufweist.

Sie betragen:

1. *Verwaltung und Personal,* 55% von Fr. 250 000.–	Fr.	137 500.–
2. *Unterhalt, Reparaturen und Ersatz,* 55%	„	141 500.–
3. *Verschiedene allgemeine Kosten* wie Wasserzinsen, Energieersatz, Bureaukosten, Konsummaterial, Versicherungen etc., 55% von Fr. 327 000.–	„	179 800.–
4. *Abschreibungen und Einlagen in den Erneuerungsfonds:*		
a) Kapitaltilgung 0,181 % von Fr. 34 115 000.–	„	61 750.–
b) Einlagen in den Erneuerungsfonds	„	330 450.–
5. *Kapitalverzinsung:*		
a) 6% von Fr. 11 000 000.– (Aktienkapital)	„	660 000.–
b) 5% von Fr. 23 115 000.– (Obligationenkapital)	„	1 155 700.–
zur Aufrundung	„	3 300.–
Zusammen	Fr.	2 670 000.–
oder 7,8% des Anlagekapitals von	Fr.	34 115 000.–

Leistungsfähigkeit des Werkes.

Während zur Berechnung der in den S. B. B.-Kraftwerken verfügbaren Energie mangels Reserven die hydrologischen Verhältnisse des wasserarmen Jahres 1908/09 zugrunde gelegt wurden, wurde für die Ermittlung der Leistungsfähigkeit des Etzelwerkes das etwas wasserreichere, aber immerhin noch trockene Jahr 1904/05 benützt, unter der Voraussetzung, dass im Unterwerk Seebach zum Bezug der bis zur Inbetriebsetzung des Etzelwerkes erforderlichen Ergänzungsenergie von den N. O. K. eine Umformergruppe von 6000 kW zur Aufstellung gelange. Diese Umformergruppe soll auch nach Erstellung des Etzelwerkes als Reserve bestehen bleiben, um in Fällen von grösseren Störungen in unsern Energieerzeugungsanlagen oder bei Energieknappheit benützt werden zu können. Nach den vorliegenden 28 jährigen Beobachtungen (1901 bis 1928) dürfte eine ähnliche oder noch geringere Wasserführung als das Jahr 1904/05 aufweist, etwa alle 6 Jahre einmal vorkommen. Der Wasserhaushalt des Sihlsees ist für dieses Jahr in Fig. 5 dargestellt. Zum Vergleich ist auch die Kurve der Seeinhalte für das Mitteljahr der 28 jährigen Beobachtungsperiode bei gleichen Wasserentnahmen wie im Jahre 1904/05 aufgestellt worden,

wobei sich eine erheblich geringere Seeabsenkung ergibt. Während im Jahre 1904/05 die Bestimmung im Einsiedler-Zusatzvertrag, wonach der See am 1. Juni jeden Jahres auf Kote 890,60, d. h. 2 m unter Ueberlaufkante angefüllt sein soll, nicht ganz erfüllt wird, erreicht der Seespiegel im Mitteljahr diese Kote schon in der zweiten Hälfte des Monats Mai.

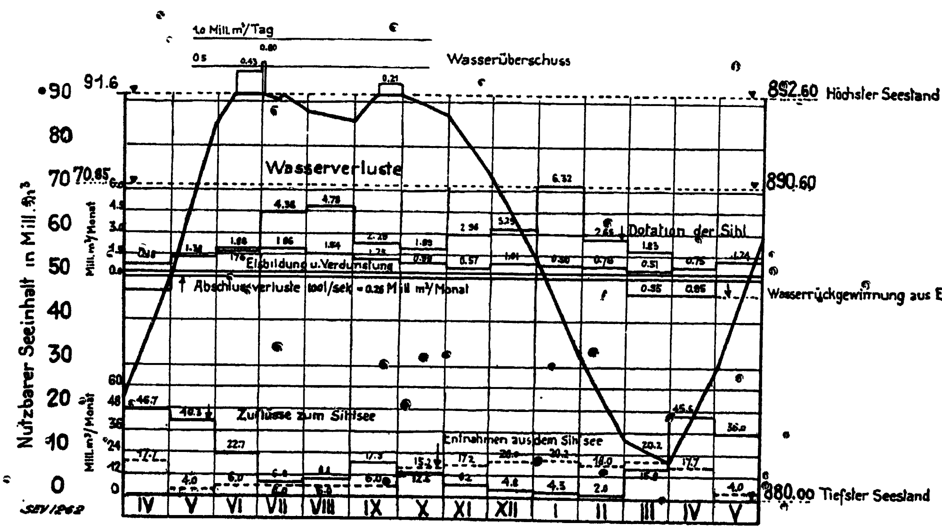


Fig. 6.
Diagramm des Wasserhaushaltes des Sihlsees für das Jahr 1904/05 mit geringem Wasserzufluss.
Gesamtentnahme vom 1. Mai bis 30. April: 156,5·10⁶ m³ Wasser, entsprechend einer Jahresarbeit von 135·10⁶ kWh.

Die jährliche Wasserentnahme aus dem Sihlsee beträgt gemäss Fig. 6 156,5 Mill. m³, die sich entsprechend den Bedürfnissen der Bundesbahnen auf die einzelnen Monate wie folgt verteilt:

	Mill. m³		Mill. m³
Mai	4,0	November	17,2
Juni	6,0	Dezember	20,0
Juli	6,0	Januar	20,2
August	6,0	Februar	18,0
September	6,0	März	20,2
Oktober	15,2	April	17,7
Sommer	43,2	Winter	113,3

Da im Etzelwerk mit einem m³ Wasser 0,86 kWh erzeugt werden können, beträgt die Jahresarbeit 156,5×0,86 = 135 Mill. kWh, wovon 97 Mill. kWh auf den Winter und 38 Mill. kWh auf den Sommer entfallen. Wird das Etzelwerk gemeinsam mit den Nordostschweizerischen Kraftwerken gebaut und betrieben, so beträgt der Anteil der Bahnanlage jährlich 74 Mill. kWh, wovon 53,5 Mill. kWh als Winterenergie und 20,5 Mill. kWh als Sommerenergie verwertbar sind, wenn man das Etzelwerk für sich allein betrachtet. Von diesen 74 Mill. kWh sind allerdings 2,2 Mill. kWh als Vorzugsenergie (1,9 Mill. kWh Selbstkostenenergie und 0,3 Mill. kWh Gratisenergie) an den Kanton Schwyz und an die Bezirke Einsiedeln und Höfe abzugeben, so dass für die Bahn nur 71,8 Mill. kWh verbleiben. Den Bundesbahnen stehen aber im Kraftwerk Amsteg noch bedeutende Sommerwassermengen zur Verfügung, die zum Teil wenigstens dank der grossen Leistungsfähigkeit des Etzelwerkes im Winter für den Bahnbetrieb nutzbar gemacht werden können

(Fig. 7). Auf diese Weise erhöht sich die mit dem Etzelwerk bei Vollausnützung für die Bahn verbleibende Jahresarbeit von 71,8 Mill. kWh auf 100 Mill. kWh, ohne dass im Kraftwerk Amsteg irgendwelche bauliche Aufwendungen und infolgedessen auch keine Kosten verursacht werden.

Gestehungskosten der Energie. Bringt man die jährlichen Betriebskosten mit der Arbeit des Werkes zu Bahnzwecken (71,8 Mill. kWh, erhöht um die im Kanton Schwyz abzugebende Selbstkostenenergie von 1,9 Mill. kWh) in Zusammenhang, so ergeben sich die Gestehungskosten der Energieeinheit, in diesem Falle der Kilowattstunde. Diese Gestehungskosten sind verschieden, je nachdem man das Etzelwerk für sich allein betrachtet oder sein Zusammenarbeiten mit dem Amstegerwerk berücksichtigt.

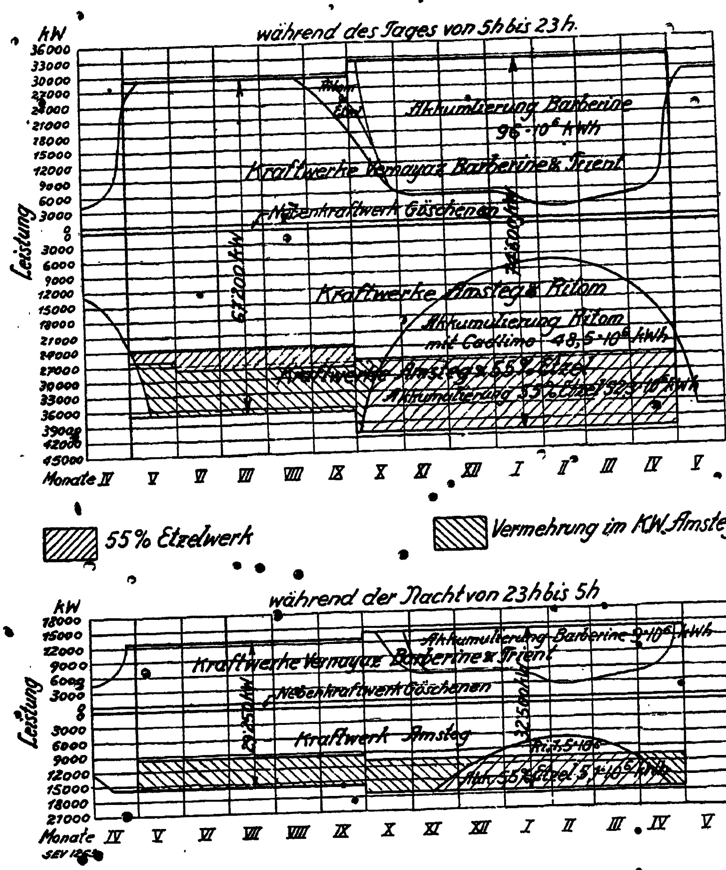


Fig. 7.
Graphische Darstellung der Leistungsfähigkeit der Kraftwerke Vernayaz-Barberine, Amsteg-Ritom mit 55 % Etzel entsprechend den Energieverhältnissen.

a) Etzelwerk allein (Anteil S. B. B.):

Jährliche Betriebskosten	Fr. 2 670 000.–
Jahresarbeit zu Bahnzwecken, erhöht um die im Kanton Schwyz abzugebende Selbstkostenenergie	kWh 73 700 000
Gestehungskosten der kWh	$\frac{2\,670\,000 \times 100}{73\,700\,000} = 3{,}6$ Rp.

b) Etzelwerk (Anteil S. B. B.) in Verbindung mit dem Kraftwerk Amsteg:

Jährliche Betriebskosten	Fr. 2 670 000.–
Jahresarbeit zu Bahnzwecken, erhöht um die im Kanton Schwyz abzugebende Selbstkostenenergie .	kWh 101 900 000
Gestehungskosten pro kWh	$\frac{2\,670\,000 \times 100}{101\,900\,000} = 2{,}6$ Rp.

Der Preis von 2,6 Rp. pro kWh ist besonders deshalb als günstig zu bezeichnen, weil das Etzelwerk in der Nähe leistungsfähiger Uebertragungsleitungen (Altendorf-Steinen, Altendorf-Rapperswil-Seebach und Altendorf-Rapperswil-Gossau) zu liegen kommt, mit welchen die erzeugte Energie ohne weiteres in die für die Abgabe an den Fahrdraht in Betracht fallenden Unterwerke geleitet werden kann. Es tritt somit für die Energie, gemessen ab Unterwerk, nur noch eine kleine Verteuerung infolge der unvermeidlichen Uebertragungsverluste ein.

Das Etzelwerk soll im Herbst 1934 betriebsbereit sein; die Bauarbeiten sind daher im Jahre 1931 in Angriff zu nehmen.

Langwierige, zähe Verhandlungen haben endlich die Verwirklichung des Etzelwerkes in die Nähe gerückt. Möge das Werk mit seiner ausgesprochenen Winterarbeit, die an dasselbe gestellten Erwartungen im Dienste der schweizerischen Energiewirtschaft voll und ganz erfüllen.

Die elektrische Küche, ihr Energiebedarf mit und ohne Heisswasserspeicher und ihr Einfluss auf die Belastungskurve des Werkes.

Von *H. Wüger,* Ingenieur der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich.

643.36:621.312(0064)

Versuche, welche im Netz der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (E. K Z.) durchgeführt worden sind, ergaben folgendes:

Elektrisch kochende Haushaltungen mit Heisswasserspeicher brauchen ungefähr 33 % mehr Energie als solche ohne Heisswasserspeicher; die Mehrkosten betragen jedoch bei den gebräuchlichen Tarifen nur etwa 11 % für den Durchschnittshaushalt von 4 Personen. Weitere Versuche ergaben Kochspitzenbelastung pro Kopf von etwa 90 Watt morgens, 310 Watt mittags und 150 Watt abends. Die benötigten Leistungen betragen rund 25—70 % des Kochanschlusswertes, je nach Grösse und Anzahl der Herde. Zum Schluss wird gezeigt, welchen Einfluss die Einführung der elektrischen Küche auf die bestehende Belastungskurve hat.

Des essais effectuées dans le réseau des centrales d'électricité du canton de Zurich (E. K. Z.) ont donné les résultats suivants:

Les ménages cuisant à l'électricité emploient environ 33 % de plus d'énergie s'ils possèdent des chauffe-eau à accumulation que s'ils n'en ont point; les frais supplémentaires n'atteigent toutefois que 11 % environ avec les tarifs usuels, pour un ménage moyen de 4 personnes. D'autres essais ont révelé une charge de pointe, due à la cuisson, d'environ 90 watts le matin, 310 watts à midi et 150 watts le soir par personne. La puissance effectivement employée varie entre 25 et 70 % de la puissance installées suivant la grandeur et le nombre des fourneaux. Pour terminer l'auteur montre l'influence de la cuisine électrique sur la courbe de charge de l'usine.

A. Allgemeines.

In der Küche werden die Hauptenergiemengen für das Kochen der Speisen und für die Warmwasserbereitung verbraucht. Wenn einmal in Zukunft Kühlschränke und kleinere Küchenmaschinen zu einer grösseren Verbreitung gelangt sein werden, so ist nicht ausgeschlossen, dass auch diese Energieverbraucher an Bedeutung gewinnen. In den folgenden Ausführungen ist indessen unter der elektrischen Küche die lediglich mit elektrischem Kochherd, eventuell noch mit Heisswasserspeicher ausgerüstete Küche verstanden.

Für das stromliefernde Werk sind bei der Einführung der elektrischen Küche hauptsächlich drei Fragen wichtig:

Erstens muss die Energiemenge, die für dieses Absatzgebiet benötigt wird, ermittelt werden. Dazu sind Untersuchungen notwendig über den Energieverbrauch. Zweitens interessiert die Leistung und im Zusammenhang damit der Verlauf des Leistungsbedarfes über die Stunden des Tages. Kennt man diese Verhältnisse, so kann man drittens auf das Zusammenwirken der neuen Belastung mit der bestehenden schliessen, sofern man noch Annahmen macht über den Umfang, den das elektrische Kochen annehmen wird.

Die zu besprechenden Untersuchungen gelten für Küchen mit direkt beheizten Kochplatten und zum Teil mit Heisswasserspeichern. Sogenannte stromsparende Apparate, wie Selbstkocher, Elektroökonom, Kochhauben u. dgl. sind ausser acht gelassen worden, weil diese Apparate sich keiner grossen Beliebtheit erfreuen und in der Schweiz bisher zu keiner wesentlichen Verbreitung gelangt sind. Auch Speicherherde blieben unberücksichtigt.

B. Der Energieverbrauch der elektrischen Küche.

1. Messmethode und Berechnungsbasis.

Die einfachste Messung beruht auf Zählerablesungen, wobei man mittlere Verbrauche pro Haushalt erhält. Da die Grösse des Haushaltes sehr veränderlich ist, zieht man vor, den Verbrauch pro Kopf und Tag als Vergleichswert zu wählen. Statistische Erhebungen hierüber wurden schon oft durchgeführt. Das Ergebnis kann an dieser Stelle kurz dahin zusammengefasst werden, dass sich ein Verbrauch pro Kopf und Tag von rund 1 kWh ergibt (im Mittel). Bezüglich der Einzelheiten solcher Untersuchungen sei auf die Ausführungen von Herrn Ing. A. Härry im Bulletin des S.E.V., 1928, No. 15, verwiesen.

Wie schon die erwähnten Untersuchungen zeigten, weichen die Einzelwerte ziemlich stark vom genannten Mittelwert ab. Um die Ursachen dieser Streuung festzustellen, wurden bei der E.K.Z. ergänzende Versuche durchgeführt, die im nachstehenden erläutert sind.

2. Einfluss der Zahl der im Haushalt lebenden Personen auf den Verbrauch pro Kopf und Tag.

Mit zunehmender Kopfzahl pro Familie sinkt der Verbrauch pro Kopf ziemlich stark. Um Wiederholungen zu vermeiden, sei hier nur auf die Gründe verwiesen, die dieses Verhalten bedingen.

Die Wärmeverluste durch Strahlung und Leitung, an denen sowohl die Kochplatten als auch die Pfannen beteiligt sind, sind ziemlich konstant, gleichgültig, ob kleinere oder grössere Mengen gekocht werden. Beim kleinen Haushalt verteilen sich diese verlorenen kWh auf wenige, im grossen Haushalt dagegen auf viele Personen.

Die Mehrzahl der grossen Familien (6 und mehr Personen) ist durchschnittlich wirtschaftlich schlechter gestellt. Es gehören sehr viele Arbeiterfamilien dazu. Unter dem Drucke der wirtschaftlichen Verhältnisse sind diese zu einer etwas bescheideneren Lebenshaltung gezwungen. Beide Faktoren zusammen rufen den stark abklingenden Verlauf der Verbrauchskurven hervor. Unsicher ist der Verbrauch im Einerhaushalt. Aus dem Verlauf der Kurve zu schliessen, erwartet man für diesen den höchsten Verbrauch pro Kopf und Tag. Eine Mittelwertsbildung ist der verhältnismässig geringen Zahl solcher Fälle wegen unsicher. Oft ist der Verbrauch pro Kopf und Tag im Zweierhaushalt höher als derjenige des Einerhaushaltes. Die Erklärung für diese Abweichung muss wohl darin gesucht werden, dass Einzelstehende (vielfach ältere Leute) teils aus Not, teils aus Bequemlichkeit einfacher leben und sich häufig auch auswärts beköstigen.

3. Trennung des Energieverbrauches in solchen für Kochzwecke und in solchen für die Warmwasserbereitung.

Die in der Küche verbrauchte Energie kann man in zwei Hauptposten zerlegen, nämlich in einen Teil, der zur eigentlichen Bereitung der Speisen auf dem Herd oder im Backofen, also zum Kochen, Braten, Backen usw. verbraucht wird und in einen zweiten Teil, der zur Warmwasserbereitung dient. Das Warmwasser wird dabei teils zum Ansetzen der zu kochenden Speisen, teils zum Abwaschen und zu sonstigen Reinigungszwecken in der Küche, teils für übrige Bedürfnisse des Haushaltes verwendet. In Küchen mit Heisswasserspeichern wird der Hauptteil des Warmwassers in diesem Sonderapparat zubereitet. Wo ein Heisswasserspeicher im Haushalt vorhanden ist, führt die ständige Bereitschaft heissen Wassers zudem ganz naturnotwendig zu einem erhöhten Warmwasserverbrauch, weil dann in vielen Fällen, wo sonst kaltes Wasser verwendet worden wäre, warmes gebraucht wird.

Die E.K.Z. haben zur zahlenmässigen Ermittlung dieses Mehrenergieverbrauchs infolge des gesteigerten Warmwasserverbrauches Messungen durchgeführt. In 13 Haushaltungen, die mit kleinen Küchenspeichern (meist 30 Liter) ausgerüstet waren,

baute man sowohl in die Zuleitung zum elektrischen Kochherd, als auch in diejenige zum Speicher, je einen besonderen Zähler ein. Während einer ersten Messperiode von rund 14 Tagen wurden tägliche Ablesungen gemacht. Ueber ausserordentliche Vorkommnisse liess man sich orientieren, so dass unter Umständen gewisse Tage mit Unregelmässigkeiten (Besuch, Krankheit, Einkochen von Früchten u. dgl.) ausgeschieden werden konnten. Aus der Zahl der im Haushalt verpflegten Personen und aus den Zählerablesungen wurde einerseits der reine Kochverbrauch (Herdzähler), anderseits der Warmwasserverbrauch (Speicherzähler) berechnet.

Die zweite Messperiode diente zur Feststellung des Mehrverbrauches. Der Heisswasserspeicher wurde ausser Betrieb gesetzt und zur Sicherheit plombiert. Der Bezüger musste sich also so einstellen, wie wenn kein Speicher vorhanden gewesen wäre. Weil dieser Zustand für die Bezüger eine Unannehmlichkeit bedeutete, musste man sich allerdings auf eine nur achttägige Periode beschränken. Es wurden wiederum Angaben über die Anzahl Personen und die täglichen Ablesungen verlangt. Die Tabelle I enthält die Ergebnisse dieser Versuche. Dabei sei:

a) der Verbrauch für den Kochherd im Haushalt mit Heisswasserspeicher *reiner Kochverbrauch* und

b) die Differenz zwischen dem Verbrauch für den Kochherd allein im Haushalt mit Heisswasserspeicher und demjenigen im Haushalt ohne Warmwasserspeicher, *Warmwasserverbrauch im Haushalt ohne Speicher* genannt.

Verbrauch pro Kopf und Tag für Kochen und Warmwasserbereitung in kWh. Tabelle I.

Zahl der Haushalte	Zahl der Personen pro Haushalt	Reiner Kochverbrauch	Gesamtverbrauch im Haushalt ohne Speicher	Verbrauch für Warmwasser im Haushalt ohne Speicher	Verbrauch für Warmwasser im Haushalt mit Speicher	Mehrverbrauch mit Speicher	Gesamtverbrauch im Haushalt mit Speicher
		a	*b*	*c = b−a*	*d*	*e = d−c*	*f = a+d*
5	3	1,150	1,400	0,250	0,760	0,518	1,910
5	4	0,960	1,200	0,240	0,650	0,410	1,610
2	5	0,880	1,120	0,240	0,550	0,310	1,430
1	6	0,644	0,833	0,189	0,402	0,213	1,046

Fig. 1 und 2 zeigen die in der Tabelle I enthaltenen Werte in graphischer Darstellung, jedoch mit ausgeglichenen Kurven.

Für den Durchschnitts-Haushalt, der sich im Kanton Zürich nach der Volkszählung von 1920 aus 4,2 Personen zusammensetzt, erhält man das folgende Bild. Der reine Kochverbrauch stellt sich auf rund 0,96 kWh pro Kopf und Tag. Zur Warmwasserbereitung benötigt man mindestens, d. h. wenn kein Heisswasserspeicher vorhanden ist, 0,24 kWh, mit Benützung eines Speichers dagegen rund 0,65 kWh. Der gesamte Küchenverbrauch schwankt demnach zwischen 1,2 kWh und 1,61 kWh, je nachdem ein Speicher verwendet wird oder nicht.

Vergleicht man diese Werte mit den von Herrn Ing. A. Härry gefundenen, so zeigen sich verschiedene Abweichungen. Da es sich bei den soeben besprochenen Untersuchungen um Messungen in kleinstem Rahmen handelt, ist natürlich ein Ausgleich noch nicht zustande gekommen. Die Zahlen sollen also nicht gegen jene Ergebnisse ausgespielt werden, wenigstens soweit nicht, als die absoluten Werte in Frage kommen. Unsere Zahlen bestätigen die seinerzeit von Herrn Ing. A. Härry ausgesprochene Ansicht, dass die von ihm gefundenen Daten nicht ohne weiteres zu Vergleichen zwischen Haushalten mit und ohne Heisswasserspeicher verwendbar sind. Das damalige Ergebnis, nämlich dass der Energieverbrauch in beiden Fällen für den Kochherd praktisch gleich gross sei, würde mit anderen Worten besagen, dass man im Haushalt ohne Speicher den gesamten Wasserbedarf aus der remanenten Plattenwärme decken könnte. Dies trifft offenbar nicht zu, denn das Ergebnis ist eben darauf zurückzuführen (wie auch schon Herr Ing. A. Härry erwähnte), dass einerseits Haushalte mit Speicher mit anderseits solchen ohne Speicher verglichen

wurden. Erstere stellen nun eine Abnehmerklasse dar, die wirtschaftlich im allgemeinen besser gestellt ist, vielfach Dienstboten hält und so im Durchschnitt einen relativ hohen reinen Kochstromverbrauch aufweist. Letztere umfassen demgegenüber Abnehmer, die durchschnittlich etwas schlechter gestellt sind und deren reiner Kochverbrauch tiefer liegt. Zählt man zu diesem kleinen reinen Kochverbrauch noch den Verbrauch für die Warmwasserbereitung hinzu, so ergibt sich dann eben ein Gesamtverbrauch, der sehr wohl in der Gegend des reinen Kochverbrauches für die Haushalte mit Heisswasserspeicher liegen kann.

Unsere Zahlen geben ferner, im Gegensatz zu den von Herrn Ing. A. Härry gefundenen, den Energieverbrauch in ein und demselben Haushalt an, wenn das eine Mal mit, das andere Mal ohne Heisswasserspeicher gewirtschaftet werden muss. Da es sich bei den untersuchten Familien ausschliesslich um solche mit Speichern handelte, kann angenommen werden, dass in der Zeit, während welcher der Heisswasserspeicher plombiert war, trotzdem relativ viel warmes Wasser auf dem Herd zubereitet wurde, weil man sich eben an gewisse Warmwassermengen bereits gewöhnt hatte.

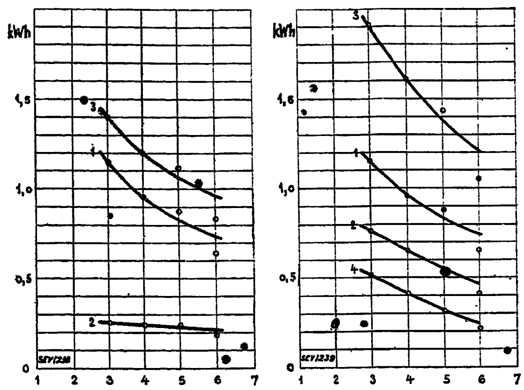


Fig. 1 und 2.
Energieverbrauch pro Person und Tag in Funktion der Personenzahl pro Haushalt.

Fig. 1.
Haushalt ohne Heisswasserspeicher.
1 Reiner Kochverbrauch
2 Verbrauch für Warmwasserbereitung
3 Gesamtverbrauch

Fig. 2.
Haushalt mit Heisswasserspeicher.
1 Reiner Kochverbrauch
2 Verbrauch für Warmwasserbereitung
3 Gesamtverbrauch
4 Mehrverbrauch im Haushalt mit Heisswasserspeicher

Die Tabelle II gibt Aufschluss über die monatlichen und jährlichen Energieverbrauche im Haushalt in Abhängigkeit der Anzahl Personen. Die diese Werte darstellenden Kurven in den Fig. 3 und 4 sind ausgeglichen. Auf Tabelle III und den Fig. 5 und 6 sind die dem Bezüger erwachsenden Kosten errechnet. Es wurde dabei mit den nachfolgenden Preisen gerechnet: für Kochenergie 8 Rp./kWh und für Energie zur Erzeugung von Warmwasser im Speicher $4^1/_2$ Rp./kWh. Interessant ist in dieser Zusammenstellung der Vergleich des Haushaltes mit Speicher mit demjenigen ohne Speicher. Wie die früheren Tabellen und Kurven zeigen, beträgt der Mehrverbrauch in kWh rund 33% des Gesamtverbrauches im Haushalt

Energieverbrauch für Kochen und Warmwasserbereitung. Tabelle II.

	Haushalt ohne Heisswasserspeicher			Haushalt mit Heisswasserspeicher		
Personen im Haushalt:	3	4	5	3	4	5
a) Effektiver kWh-Verbrauch pro Haushalt und Monat (Monat zu 30 Tagen)						
Reiner Kochverbrauch	103,5	115,3	132,0	103,5	115,3	132,0
Warmwasserverbrauch	22,5	28,8	36,0	68,4	78,0	82,5
Gesamtverbrauch	126,0	144,1	168,0	171,9	193,3	214,5
Mehrverbrauch mit Heisswasserspeicher	–	–	–	45,9	49,2	46,5
b) Effektiver kWh-Verbrauch pro Haushalt und Jahr (Jahr = 365 Tage)						
Reiner Kochverbrauch	1258	1402	1606	1258	1402	1606
Warmwasserverbrauch	274	350	438	832	948	1003
Gesamtverbrauch	1532	1752	2044	2090	2350	2609
Mehrverbrauch mit Heisswasserspeicher	–	–	–	558	598	565

Energiekosten für Kochen und Warmwasserbereitung.

Preisgrundlage: Kochenergie 8 Rp./kWh; Energie für Heisswasserspeicher (Nachtstrom) $4^1/_2$ Rp./kWh.

Tabelle III.

	Haushalt ohne Heisswasserspeicher			kWh-Preis		Haushalt mit Heisswasserspeicher		
Personen im Haushalt:	3	4	5			3	4	5
	Fr.	Fr.	Fr.	Rp.	Rp.	Fr.	Fr.	Fr.
a) Kosten im Haushalt pro Monat								
Reiner Kochverbrauch	8.28	9.22	10.56	8	8	8.28	9.22	10.56
Warmwasserverbrauch	1.80	2.30	2.88	8	$4^1/_2$	3.08	3.50	3.72
Gesamtkonsum der Küche	10.08	11.52	13.44	—	—	11.36	12.72	14.28
Mehrkosten mit Heisswasserspeicher	—	—	—	—	—	1.28	1.20	0.83
b) Kosten im Haushalt pro Jahr.								
Reiner Kochverbrauch	100.65	112.08	128.50	8	8	100.65	112.08	128.50
Warmwasserverbrauch	21.90	28.02	35.08	8	$4^1/_2$	37.43	42.62	54.15
Gesamtkonsum der Küche	122.55	140.10	163.58	—	—	138.08	154.70	173.65
Mehrkosten mit Heisswasserspeicher	—	—	—	—	—	15.55	14.60	10.12
Die mehr verbrauchten kWh würden kosten	—	—	—	—	$4^1/_2$	25.15	26.92	25.45

ohne Speicher. Die Mehrkosten dagegen steigen nicht im selben Masse. Wird nämlich durch Anschaffung eines Heisswasserspeichers der Energieverbrauch um die erwähnten 33 % gehoben, so steigt für den Durchschnitts-Haushalt der Gesamtkostenbetrag um knapp 11 %. Das hat seine Ursache darin, dass im Haushalt ohne Speicher die wenige Energie, die zur Warmwasserbereitung benötigt wird, mit 8 Rp. bezahlt werden muss, während im Haushalt mit Speicher der Verbrauch für die Warmwasserbereitung billiger ist. Wenn ein Bezüger, der bis dahin bereits elektrisch kochte, einen Heisswasserspeicher beschafft, so hat er nicht alle Mehr-Kilowattstunden als Mehrkosten zu buchen. Das bedeutet anderseits für das strom-

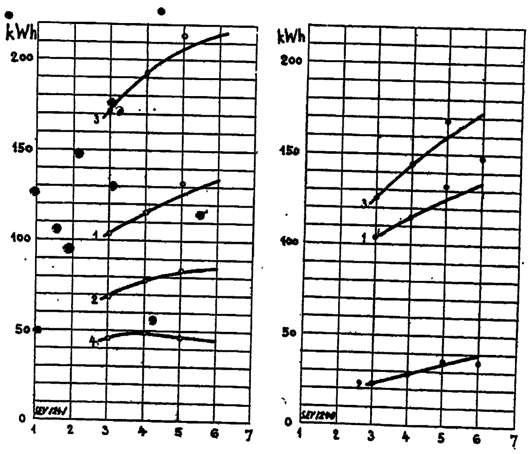


Fig. 3 und 4.

Monatlicher Energieverbrauch in Funktion der Personenzahl pro Haushalt.

Fig. 3.
Haushalt ohne Heisswasserspeicher.
1 Reiner Kochverbrauch
2 Verbrauch für Warmwasserbereitung
3 Gesamtverbrauch

Fig. 4.
Haushalt mit Heisswasserspeicher.
1 Reiner Kochverbrauch
2 Verbrauch für Warmwasserbereitung
3 Gesamtverbrauch
4 Mehrverbrauch im Haushalt mit Heisswasserspeicher

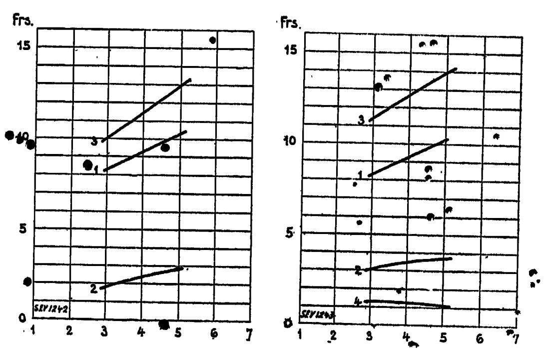


Fig. 5 und 6.

Monatliche Energiekosten für das Kochen und die Warmwasserbereitung in Funktion der Personenzahl pro Haushalt.

Fig. 5.
Haushalt ohne Heisswasserspeicher.
1 Kosten für Kochen
2 Kosten für Warmwasserbereitung
3 Kosten für gesamte Küchenenergie

Fig. 6.
Haushalt mit Heisswasserspeicher.
1 Kosten für Kochen
2 Kosten für Warmwasserbereitung
3 Kosten für gesamte Küchenenergie
4 Mehrkosten im Haushalt mit Heisswasserspeicher

liefernde Werk, das z. B. der Neuanschluss eines Küchenspeichers in einem vierköpfigen Haushalt, der bereits elektrisch kochte, bei den obigen Preisen im Durchschnitt eine jährliche Einnahme von nur 15 Fr. abwirft. Dies trifft natürlich nur insofern zu, als nicht ein grösserer Speicher, als er für die reinen Küchenzwecke nötig wäre, den Bezüger auch zu grösserem Verbrauch anreizt. Immerhin entspricht das obige Beispiel dem Fall, dass ein 30 Liter-Speicher im Jahr zu ungefähr 75 % ausgenützt wird.

C. Bestimmung der Kochbelastungskurve.

1. Bedeutung der Belastungskurve für das stromliefernde Werk.

Während für den Bezüger die Frage nach dem Energiemengenbedarf die wichtigste Rolle spielt, ist für das stromliefernde Werk die Frage nach der bereitzustellenden Leistung, sowie deren Verlauf über die Stunden des Tages von grösserer Bedeutung. Denn wenn die Höchstbelastung durch die Küche zu Zeiten auftritt, zu denen das Werk schon durch Industrie- oder Beleuchtungsstrom voll belastet ist, so kann dadurch ein Neubau eines Kraftwerkes notwendig, oder es müssen Verteilanlagen verstärkt, oder es muss vielleicht Fremdenergie bezogen werden, alles Massnahmen, die bei dem verhältnismässig geringen Wert der Kochenergie (wie alle kalorische Energie) die Rentabilität unter Umständen ungünstig beeinflussen können.

Treten dagegen die Höchstleistungen der Küche zu Zeiten auf, in denen die Belastung durch die bereits angeschlossenen Abnehmer gering ist, so kann die Einführung der elektrischen Küche geeignet sein, die Benützungsdauer der Werke zu erhöhen und somit in sehr günstigem Sinne auf ihre Rentabilität wirken. Die Wichtigkeit dieser Fragen hat daher die E.K.Z. schon vor Jahren dazu bewogen, Untersuchungen anzustellen zur Ermittlung der Kochbelastungskurve, um damit für die Zukunft Aufschluss zu erhalten über die zu erwartende Gesamtbelastungskurve.

Um eine einheitliche Vergleichsbasis zu haben, wählte man hier sinngemäss die Leistung pro Person. Immerhin wurden dann auch noch die Verhältnisse der Leistung zum Anschlusswert näher untersucht.

2. Die ersten Versuche.

Die ersten Versuche wurden im Jahre 1924 mit registrierenden Wattmetern gemacht. Es stand damals lediglich ein kleines Ortsnetz zur Verfügung, in dem schon relativ viele Kochherde angeschlossen waren. Die Messergebnisse befriedigten jedoch gar nicht. Einmal war es nicht möglich, aus den Diagrammen die Belastung der zwar wenigen Motoren und anderen Verbraucher mit genügender Sicherheit auszuscheiden und anderseits durfte man aus den Verhältnissen des untersuchten Netzes nicht auf einen grösseren Netzteil Schlüsse ziehen. Es zeigte sich nämlich, dass fast alle Kochstrombezüger zur gleichen Zeit mit dem Kochen begannen, weil in den meisten der betreffenden Familien eines oder mehrere der Familienglieder in der nahen Stadt dem Verdienst oblagen und diese dann alle gleichzeitig mit der Bahn heimkehrten.

3. Entwicklung eines Versuchszählers.

Da zu jener Zeit sonst keine Netze mit überwiegend grossem Kochanschluss zur Verfügung standen, musste man einen anderen Weg einschlagen. An Stelle der Mittelwerts-Bildung an *wenigen Tagen* für *viele Abnehmer* (wie es bei Wattmeter-Aufnahmen der Fall ist) musste die Mittelwertsbildung bei *einem oder sehr wenigen Abnehmern* über *viele Tage* treten. Das führte zur Entwicklung eines besonderen Versuchszählers (Fig. 7), den man in die Zuleitung zum Kochherd einschaltete.

Es ist dies ein Drehstromzähler für ungleich belastete Phasen, bei dem ein ständig in Betrieb stehendes Zählwerk den Gesamtverbrauch misst. Neben diesem Gesamtzählwerk bestehen 12 weitere Zählwerke, deren Ein und Ausschaltung durch eine besonders gebaute Schaltuhr besorgt wird. Die Einrichtung ist derart, dass

die 12 Zählwerke nacheinander je während einer Viertelstunde eingeschaltet bleiben. So erhält man eine Messzeit von täglich drei Stunden, die als Ganzes in jeder beliebigen Zeitlage eingestellt werden kann.

Die Versuche mit diesem sogen. 12fach-Tarifzähler wurden in der Weise durchgeführt, dass in drei Messperioden von mindestens zwei Wochen zuerst das Morgenessen, dann das Mittagessen und schliesslich noch das Abendessen aufgenommen wurde. Die Einstellzeiten waren für das Morgenessen 6 bis 9 Uhr, für das Mittagessen 10 bis 13 Uhr und für das Abendessen je nach der Gewohnheit des Bezügers 16^{30} bis 19^{30} Uhr wechselnd bis 17^{30} bis 20^{30} Uhr. Die unangenehmste Eigenschaft des geschilderten Zählers war seine Kompliziertheit, die anfänglich zu verschiedenen Anständen führte. Abstellungen und Störungen im Netz bewirkten, dass die Zählwerke ausser Tritt fielen. Auch Klemmungen einzelner Zählwerke kamen vor. Fast noch unangenehmer waren jedoch die Fehler, die ihre Ursache im unregelmässigen Gang der Uhr hatten. Diese Schwierigkeiten mussten durch eine fleissige Kontrolle der Apparate unschädlich gemacht werden.

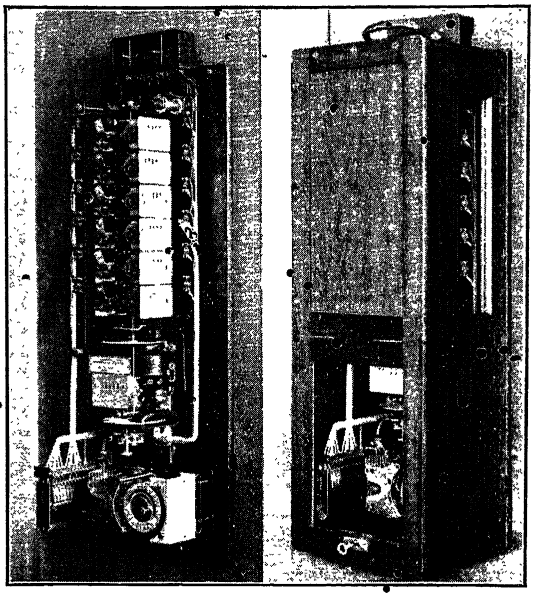


Fig. 7.
Versuchszähler.

In der Folge zeigte sich, dass die Kochgewohnheiten an Samstagen und Sonntagen vielerorts stark von denjenigen an andern Tagen abweichen, indem z. B. an Samstagen und Sonntagen zu anderen Zeiten zu Mittag gekocht wird, an Sonntagen besonders reichlich oder unter Umständen aber auch gar nicht gekocht wird. Diese Verhältnisse machten es nötig, durch eine Wochenuhr die Versuchszähler an Samstagen und Sonntagen ausser Betrieb zu setzen.

4. Die Ergebnisse und deren Verwertung für die Bestimmung der Kochbelastungskurve.

In den Jahren 1925 bis 1927 wurden mit solchen Versuchszählern an den verschiedensten Orten im Netz der E. K. Z. Messungen vorgenommen. Man trug dabei Sorge, alle möglichen Arten von Bezügern zu berücksichtigen, um nachher für das ganze Netz Schlüsse ziehen zu können. Kleine und grosse Familien, reiche und arme, Früh- und Spätaufsteher, solche in ganz ländlichen Verhältnissen und wieder andere in Vororten der Stadt mit städtischen Gewohnheiten wurden berücksichtigt. Zur Ermittlung der allgemein gültigen Kochbelastungskurve wurde jedes Versuchsobjekt der Einfachheit halber mit gleichem Gewicht zur Mittelwertsbildung herbeigezogen. Ueber die Art der Auswertung möge das folgende gesagt werden: Die Vorschübe an den 12 Zählwerken stellten die Energiemenge dar, die während der Ableseperiode und jeweilen in der gleichen Viertelstunde verbraucht worden war. Der Vorschub V in kWh musste dividiert werden durch die Anzahl Tage der Ableseperiode (ohne Samstage und Sonntage), weiter mit 4 multipliziert werden, um die mittlere Leistung der Viertelstunde in kW zu erhalten. Für die Leistung pro Kopf musste ferner durch die Anzahl der Personen dividiert werden. Bezeichnet man die Leistung pro Kopf mit p_k, so ist diese

$$p_k = \frac{4 \cdot V}{T \cdot P}$$

worin T die Anzahl Werktage (mit Ausschluss der Samstage) und P die Anzahl Personen bedeutet.

Aus 18 Versuchen mit zusammen 68 Familien (278 Personen) wurde nun die Kochbelastungskurve aufgezeichnet. Da viertelstündliche Mittelwerte gebildet worden waren, war diese erste Kurve eine Treppenkurve. Für den praktischen Gebrauch wurde natürlich eine ausgeglichene Kurve hergestellt. Fig. 8 zeigt diese Kurve. Die zwischen den einzelnen Mahlzeiten gelegenen Kurvenabschnitte wurden aus einigen wenigen Versuchen interpoliert. Da es sich dabei um im wesentlichen geringe Leistungen handelt, war dieses Vorgehen berechtigt.

Die Kurve zeigt drei ausgesprochene Maxima, und zwar um ca. 6^{45} Uhr, dann um ca. 11^{45} Uhr und schliesslich um 18^{15} Uhr. Nur von untergeordneter Bedeutung ist eine Anschwellung der Leistung um ca. 16^{15} Uhr, die auf das hierzulande noch viel verbreitete Vesperessen zurückzuführen ist. Stark in die Augen springend ist vor allem die Mittagsspitze, die wie bereits erwähnt, zwischen 11^{30} Uhr und 11^{45} Uhr auftritt. Ihr Höchstwert beziffert sich auf rund 310 Watt pro Person. Der ganze Belastungsberg weist einen auffallend schlanken Aufbau auf. Das rührt wohl daher, dass der eigentliche Kochprozess in den meisten Haushaltungen auf eine sehr kurze Zeit vor dem Mittagessen zusammengedrängt wird. Der breitere Sockel, auf dem die eigentliche Spitze aufgebaut ist, rührt vom Vorkochen der Speisen her (Siedefleisch und ähnliches), und dann am Nachmittag von der Warmwasserbereitung für Spülzwecke, wo kein Heisswasserspeicher vorhanden ist, und überdies zur Bereitung des schwarzen Kaffees.

Die Morgenspitze hat ihren Höchstwert nicht während des ganzen Jahres zur gleichen Zeit. Er tritt im Sommer früher ein als im Winter, weil im Winter meist der Arbeitsbeginn später liegt. Da die Sommerbelastung weniger interessiert, sind in der vorstehenden Untersuchung lediglich Winterkurven berücksichtigt worden. Nur der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass der Spitzenwert im Sommer kurz vor 6 Uhr auftritt, während er im Winter, wie die Kurve (Fig. 8) zeigt, auf 6^{45} Uhr fällt. Im übrigen erreicht die Morgenspitze einen Wert von rund 90 Watt pro Person, also etwas weniger als einen Drittel des Mittagsspitzenwertes.

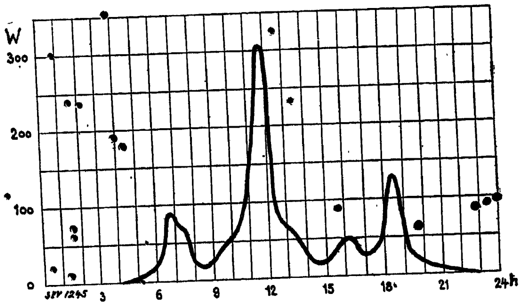


Fig. 8.
Kochbelastungskurve pro Person.

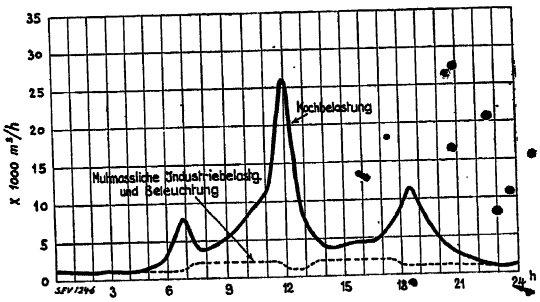


Fig. 9.
Tagesdiagramm der Gasabgabe eines Gross-Gaswerkes, Mittwoch, den 5. Okt. 1927.

Die Abendspitze zeigt ähnlich wie die Morgenspitze eine zeitliche Wanderung im Verlaufe der Jahreszeiten. Diese Erscheinung dürfte wohl weniger auf Verschiebungen der Arbeitszeit zurückzuführen sein, als vielmehr darauf, dass im Sommer die Tageshelle zu Arbeiten im Freien ausgenützt wird. Aus der gleichen Ueberlegung wie bei der Morgenspitze wurden auch für die Abendspitzen bei der Kurvenbildung die Winterwerte berücksichtigt. Die benötigte Leistung steigt hier auf rund 130 Watt pro Person an und die Spitze tritt im Winter um 18^{30} Uhr, im Sommer um 19 Uhr ein.

Unterteilt man die durch die Kochbelastungskurve begrenzte Fläche in vier Teilflächen derart, dass jeder Mahlzeit, einschliesslich des Vesperessens, der Flächen-

anteil zwischen zwei sich folgenden Minima zugeordnet wird, so erhält man als auf jede Mahlzeit entfallende Energieanteile die nachstehenden Beträge:

140	Wattstunden pro Kopf und Tag für das Morgenessen	=	14 %
580	„ „ „ „ „ „ „ Mittagessen	=	58 %
90	„ „ „ „ „ „ „ Vesperessen	=	9 %
190	„ „ „ „ „ „ „ Abendessen	=	19 %
1	Kilowattstunde pro Kopf und Tag (Tagesverbrauch)	=	100 %.

Vergleichsweise seien hier nochmals die Spitzenleistungen angeführt:

Morgenessen	rund	90	Watt pro Person
Mittagessen	„	310	„ „ „
Vesperessen	„	50	„ „ „
Abendessen	„	130	„ „ „

Es verhalten sich also die drei für das Elektrizitätswerk wichtigen Spitzenwerte ungefähr:

	Morgenessen	:	Mittagessen	:	Abendessen
wie:	9	:	31	:	13
oder rund wie:	1	:	3,5	:	1,5.

Sehr interessant ist ein Vergleich der soeben beschriebenen Kochbelastungskurve mit dem Tagesdiagramm der Gasabgabe eines Gross-Gaswerkes (Fig. 9). Da die Küche den Hauptabnehmer des Werkes darstellt, kann man dieses Diagramm in der Hauptsache auch als Kochbelastungsdiagramm ansprechen. Man hat dabei nur daran zu denken, dass es sich in diesem Fall um rein städtische Verhältnisse (die Kurve stammt vom Gaswerk Zürich) handelt. Zieht man vorsichtshalber für die mutmassliche Industriebelastung und für die Beleuchtung (insbesondere Strassenbeleuchtung) etwas ab, so erhält man für die verbleibenden Spitzen das nachstehende Verhältnis:

	Morgenessen	:	Mittagessen	:	Abendessen
wie:	14	:	50	:	21
oder rund wie:	1	:	3,6	:	1,5.

Es zeigt sich also, dass das Verhältnis der Spitzenwerte für Gas mit dem von den E. K. Z. für Elektrizität gefundenen fast übereinstimmt.

5. *Tagesbesonderheiten.*

Im Frühjahr 1927 bot sich erstmals die Gelegenheit, in einer Kolonie von 30 Familien mit einem Maxigraphen (Fabrikat Landis & Gyr) eine reine Kochkurve aufzunehmen (Fig. 10, S. 826). Diese Aufnahmen sind recht interessant, weil sie zeigen, dass die Kochbelastung nicht alle Tage genau gleichartig verläuft, sondern dass in der Tat sogen. Tagesbesonderheiten bestehen. Diese Feststellung hatte schon früher die Veranlassung dazu gegeben, die Samstage und Sonntage aus der Summation mit dem Versuchszähler auszuscheiden.

Der Sonntag weist eine wesentlich massigere Belastungskurve auf, was wohl darauf zurückzuführen sein wird, dass unsere Bevölkerung am Sonntag besser und reichlicher zu essen gewohnt ist. Die Morgenspitze liegt wegen des späteren Aufstehens beinahe $1^1/_2$ Stunden später. Die Mittagsspitze tritt dagegen eher früher ein, und zwar bis zu einer halben Stunde. Beim Nachtessen fällt vor allem eine wesentliche Erniedrigung des Spitzenwertes auf. Das ist wohl eine Folge davon, dass am Sonntag abend oft nicht zu Hause gegessen wird und dass man am Sonntag abend keine so regelmässige Essenszeit einhält wie am Werktag.

Der Samstag zeichnet sich durch einen erhöhten Kochstromverbrauch am frühen Nachmittag auf. Dieser dürfte im Verbrauch zur Warmwasserbereitung für Reinigungszwecke begründet sein. (Die Haushalte jener Kolonie verfügten in der Mehrzahl nicht über Heisswasserspeicher.) Weniger wichtig sind Tagesbesonderheiten, die auf Abhaltung von wöchentlichen Märkten und dgl. zurückzuführen sind.

6. *Einzelergebnisse.*

Während die im Vorstehenden beschriebene mittlere Kochkurve ausschlaggebende Bedeutung hat für die zu erwartende Gesamtbelastung eines Werkes, sind die Einzelbelastungen von Interesse mit Rücksicht auf die Belastung einzelner Zuleitungen zu Wohnungen, Häusern und Häusergruppen. Dabei ist es wertvoll, Beziehungen aufzustellen zwischen der beanspruchten Leistung und dem Anschlusswert.

Es sei vorausgeschickt, dass die Abweichungen der Leistung von ihrem Mittelwert wohl sehr grosse sind, dass es indessen nicht möglich war, eindeutig Gesetzmässigkeiten z. B. in Abhängigkeit der Personenzahl festzustellen. Vielmehr scheinen die wirtschaftlichen Verhältnisse eine wichtigere Rolle zu spielen, derart dass z. B. in Haushalten mit Dienstboten höhere Spitzen auftreten als in solchen ohne Diensten. Aehnliche Beobachtungen wurden übrigens auch schon inbezug auf den Energieverbrauch durch Herrn Prof. Wyssling gemacht (siehe Bulletin S. E. V. 1917).

Tabelle IV.

Ort	Kochanschlusswert kW	Aufgetretene Maxima kW	Max. in % des Anschlusswertes %
a) Abnehmergruppen			
Ortsnetz E	452	110	24,4
„ F	258	64	24,8
„ U	31	21,5	69
Teil des Netzes K	70	27	38,6
Kolonie R	148	41	28
„ A	28,6	10,9	38
b) Einzelne Abnehmer			
Versuchsort 1	5,1	1,59	31,2
2	7,1	1,48	21
3	7,1	2,73	38,5
4	13,7	3,03	22
5	3,2	1,23	38,5
6	7,1	1,44	20,2
7	7,4	4,04	54,6
8	7,1	1,85	26,1
9	6,8	3,43	50,5
10	7,1	1,94	27,3
11	2,4	1,61	67,5
12	2,0	1,54	77

Trägt man die vorstehenden Zahlen graphisch auf, so erhält man das in Fig. 11 dargestellte Bild.

Die Ergebnisse können dahin zusammengefasst werden, dass die Höchstleistung, bezogen auf die Person, je nach Umständen zwischen 250 und 830 Watt schwankt. Der zugehörige Mittelwert beziffert sich auf 310 Watt. Die Höchstleistung des Abnehmers, oder noch allgemeiner ausgedrückt, der Abnehmer als Gesamtheit kann in Abhängigkeit des Anschlusswertes angegeben werden als in den Grenzen schwankend von ca. 70 % für ganz kleine Anschlusswerte bis etwa 25 bis 20 % für ganz grosse Anschlusswerte, wie sie aber erst

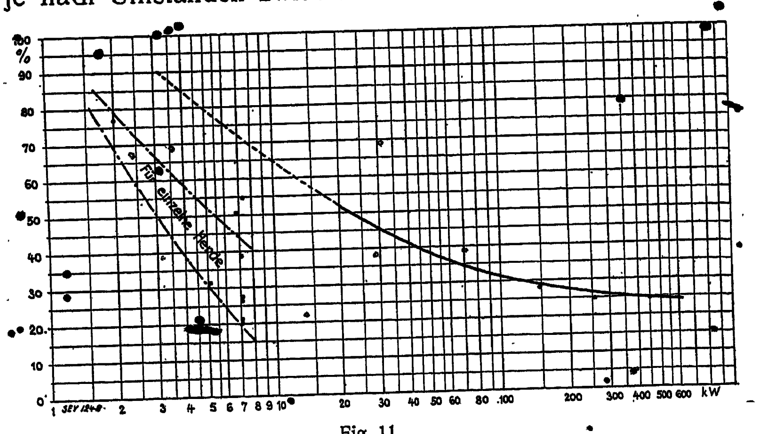


Fig. 11.
Kochbelastungsspitze in Prozenten des Kochanschlusswertes in Funktion des Kochanschlusswertes.

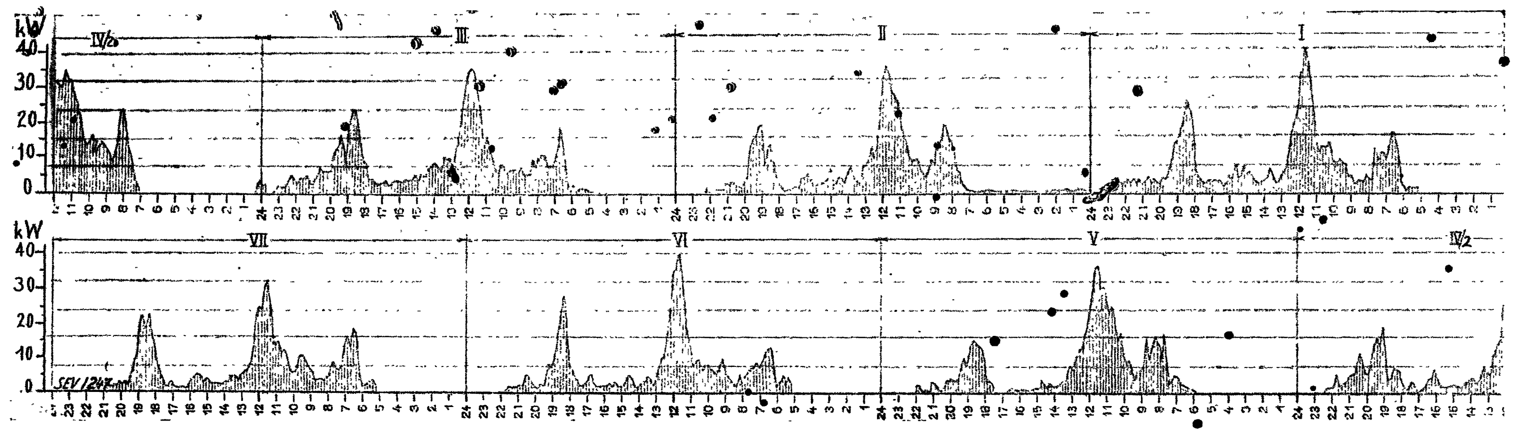


Fig. 10.
Reine Kochbelastungskurve, aufgenommen in einer Wohnkolonie. 30 Herde mit 148 kW, 30 Familien mit 113 Personen.
I Donnerstag, 14. 4. 27; II Freitag, 15. 4. 27; III Samstag, 16. 4. 27; IV/2 + IV/2 Sonntag, 17. 4. 27; V Montag, 18. 4. 27; VI Dienstag, 19. 4. 27; VII Mittwoch, 20. 4. 27.

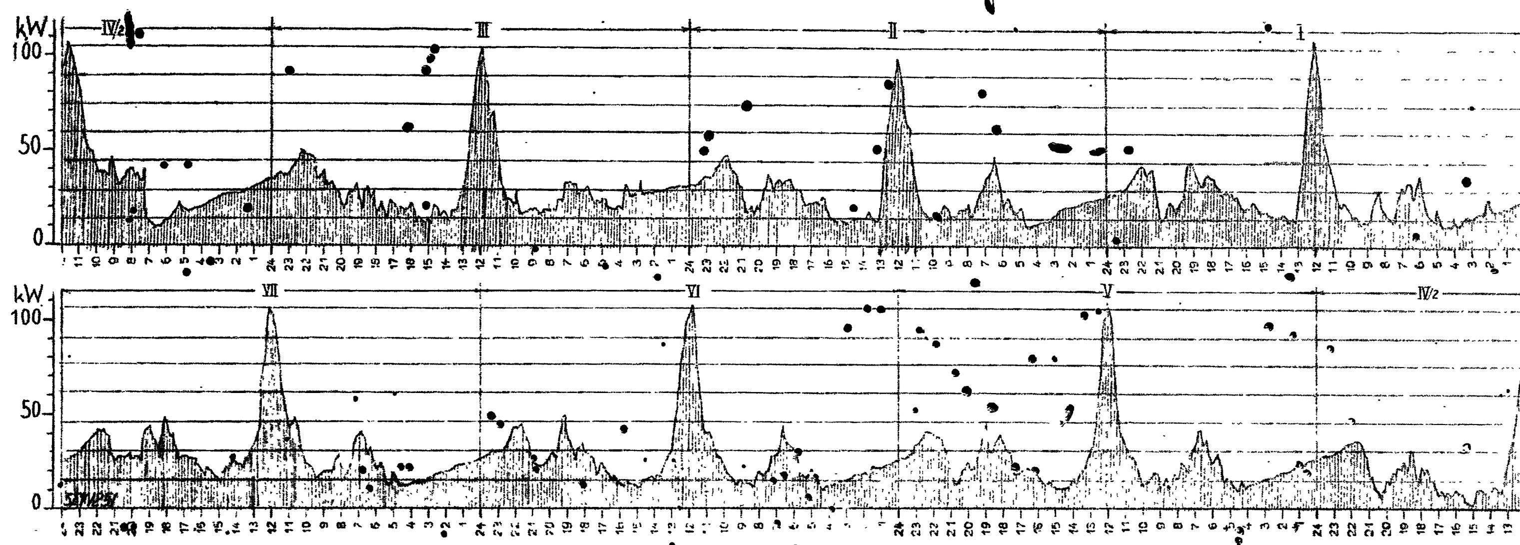


Fig. 14.
Belastungskurve im 250 V Netz einer grösseren zürcherischen Gemeinde mit Gewerbe. 86 Herde mit 403 kW.
I Donnerstag, 21. 6. 26; II Freitag, 22. 6. 26; III Samstag, 23. 6. 26; IV/2 + IV/2 Sonntag, 24. 6. 26; V Montag, 25. 6. 26; VI Dienstag, 26. 6. 26; VII Mittwoch, 27. 6. 26.

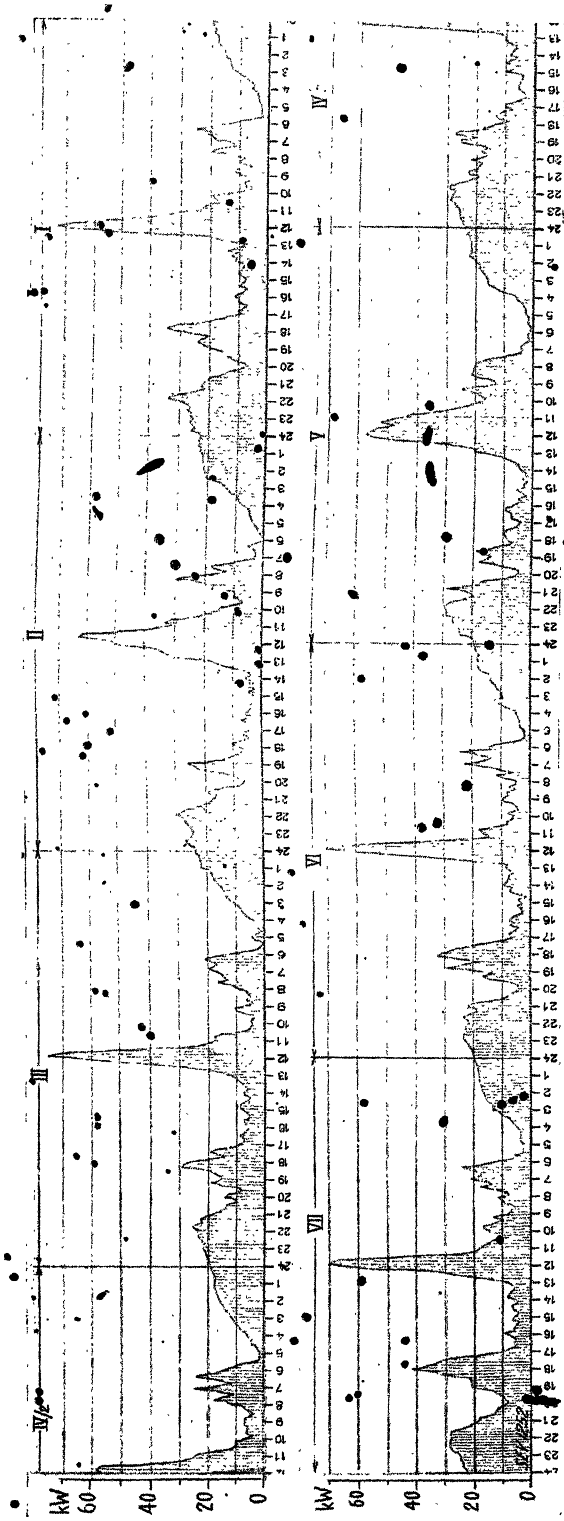


Fig. 15.

Belastungskurve eines rein bäuerlichen Dorfes. 54 Herde mit 288 kW.

I Mittwoch, 15. 5. 28; II Donnerstag, 17. 5. 28; III Freitag, 18. 5. 28; IV/2 + IV/2 Samstag, 19. 5. 28; V Sonntag, 20. 5. 28; VI Montag, 21. 5. 28; VII Dienstag, 22. 5. 28.

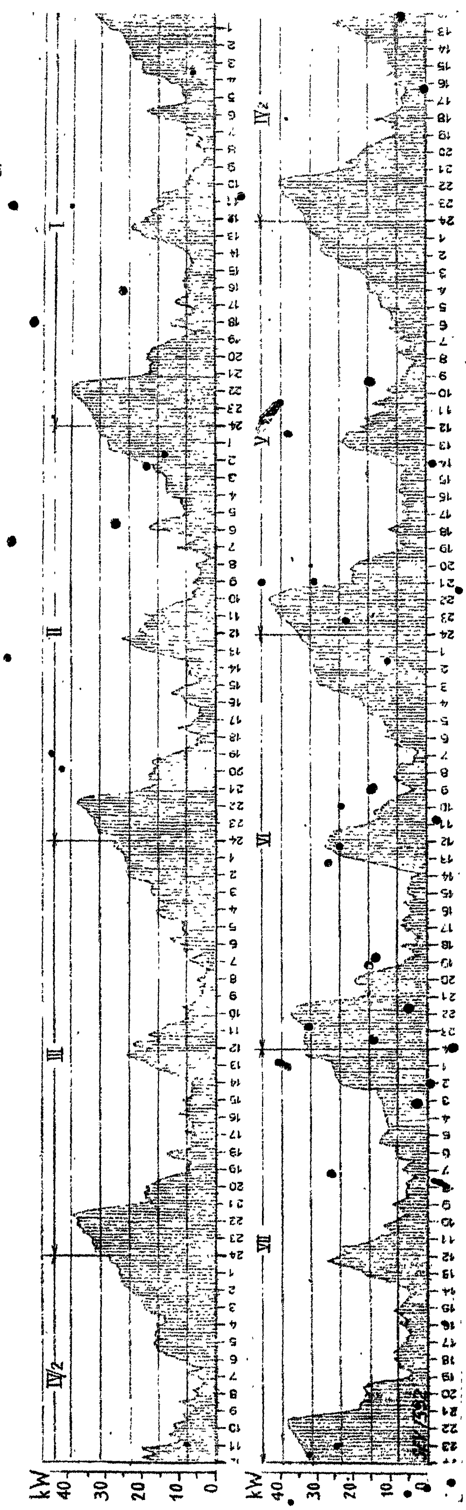


Fig. 16.

Belastungskurve im 250 V Netz einer Zürcher Vorortsgemeinde (fast ausschliesslich Wohnquartier). 19 Herde mit 70 kW. Speicheröfen und Heisswasserspeicher 31 mit 55 kW.

I Dienstag, 28. 8. 28; II Mittwoch, 29. 8. 28; III Donnerstag, 30. 8. 28; IV/2 + IV/2 Freitag, 31. 8. 28; V Samstag, 1. 9. 28; VI Sonntag, 2. 9. 28; VII Montag, 3. 9. 28.

für ganze Abnehmer-Gruppen, etwa eine Strassenleitung, ein Dorf oder gar das ganze Netz in Betracht kommen. Für nur zeitweilig benützte einzelne Kochplatten und sogen. Schnellkocher und ausnahmsweise auch für ganze Herdanschlüsse steigt die Höchstleistung bis zum vollen Betrag des Anschlusswertes an. Mit solchen Möglichkeiten muss bei der Erstellung des einzelnen Anschlusses, wenigstens soweit es sich um die Strombelastung und die Absicherung der Hausleitungen handelt, gerechnet werden. Für die Bereit stellung der Leistung oder auch nur für die Bemessung der Transformatoren und der Hauptleitungsstränge kommen diese Fälle nicht in Betracht, sobald auch nur eine Mehrzahl von Kochstromabnehmern vorhanden ist. Denn dann entstehen die Spitzen der verschiedenen Abnehmer nie genau zur gleichen Zeit.

Es muss noch erwähnt werden, dass der Prozentsatz des Leistungsanteils um so grösser wird, je kleiner die einzelnen angeschlossenen Herde sind.

D. Einwirkungen der Kochbelastung auf die bereits vorhandene Belastungskurve.

1. Die Gesamtkochbelastungskurve eines Werkes.

Um über die Einwirkung der Kochbelastung auf die bestehenden Verhältnisse des Belastungsverlaufes eines Elektrizitätswerkes oder eines grösseren Netzes Aufschluss zu erhalten, ist es vorerst notwendig, die gesamte, mit einiger Sicherheit zu erwartende Kochbelastung zu schätzen. Für die Annahme dieser Belastung geht man am besten aus von der soeben ermittelten Kochbelastungskurve pro Person und anderseits von der Zahl der Personen, die für die Einführung des elektrischen

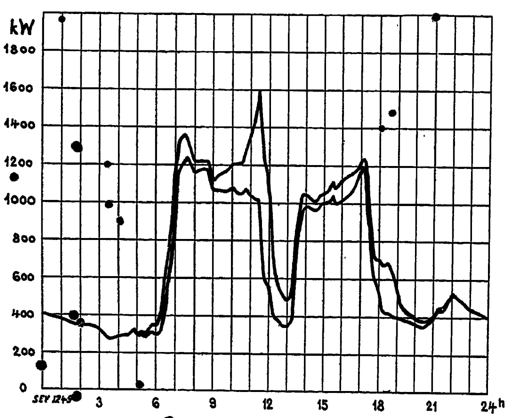


Fig. 12.
Winter-Belastungskurve einer Industriegemeinde. Ca. 6800 Einwohner.
Ueberlagerung der Kochbelastungskurve für 30% der Haushaltungen. Diagramm vom 21. Dezember 1928.

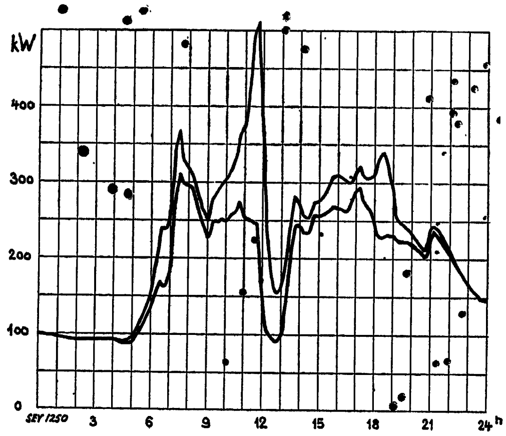


Fig. 13.
Wintertag-Belastungskurve einer Gemeinde mit wenig Industrie. Ca. 4200 Einwohner.
Ueberlagerung der Kochbelastung für 20% der Haushaltungen. Diagramm vom 18. Dezember 1928.

Kochens aus wirtschaftlichen und anderen Gründen überhaupt in Betracht kommen können. Das hängt mit den wirtschaftlichen Verhältnissen zusammen; ausserdem spielt eine allfällige Gasversorgung und das Vorhandensein von billigem Brennmaterial eine wichtige Rolle.

Fig. 12 und 13 zeigen zwei Beispiele der zu erwartenden Gesamtbelastung für zwei typische Gemeinden. Die dem Industriedorf zugehörige Kurve weist ungefähr denselben Charakter auf, wie ihn die Belastungskurve für das ganze Absatzgebiet der E. K. Z. erlangen würde, wenn bei weiteren rund 7% der Haushaltungen die elektrische Küche eingeführt würde.

2. Kontrollmessungen.

Alle im Vorstehenden aufgeführten Zahlen sind die Ergebnisse der Einzeluntersuchungen und sie sind durch Superposition derselben entstanden. Da in diesem

Vorgehen eine nicht zu leugnende Unsicherheit besteht, indem es eben auf Annahmen angewiesen ist, war es wünschenswert, die durch Rechnung erhaltenen Werte auf ihre Uebereinstimmung mit dem wirklichen Verlauf der Kochbelastungskurve hin zu prüfen. Die seit den ersten Messungen erfolgten zahlreichen Neuanschlüsse elektrischer Herde gestatteten die Durchführung solcher Kontrollversuche. So wurden in einigen Ortsnetzen die Gesamtbelastungskurven aufgenommen. Durch Nachfragen und Betriebsüberwachungen gelang es auch, die Belastung der wenigen Motoren und Apparate mit genügender Sicherheit zu ermitteln. Derart war es möglich, die Kochbelastung des Netzes herauszuschälen und unter Berücksichtigung der Anzahl Kochabonnenten und Annahme einer mittleren Personenzahl im Haushalt konnte die Kochbelastungskurve pro Person ermittelt werden. Gleichzeitig mit der Kontrolle des Leistungsverlaufes wurde durch Planimetrieren der Flächen die für Kochzwecke verbrauchte Energiemenge bestimmt. Auf diese Weise konnte, allerdings nur roh, nachgeprüft werden, ob auch wirklich die angenommene Kochbezügeranzahl übereinstimmte mit der Zahl der Bezüger, die ihren elektrischen Herd tatsächlich benützten. Rückwärts ergab sich daraus die wichtige Kontrolle darüber, ob die Ausscheidung der nicht vom Kochen herrührenden Grundbelastung richtig getroffen worden war. Man trifft in der Literatur leider Kochkurven, die dieser Spezialprüfung gar nicht standhalten.

Der Vergleich dieser herausgeschälten Kochbelastungsdiagramme mit dem nach der Ausführung im Abschnitt C 4 gewonnenen Summationsdiagramm ergab eine sehr befriedigende Uebereinstimmung. Es geht dies auch aus den die Kontrollversuche veranschaulichenden Fig. 14 bis 16 hervor. Fig. 14 stellt z. B. einen Ausschnitt aus einem Maxigraphenstreifen dar, der in einer grossen zürcherischen Gemeinde mit Gewerbe aufgenommen wurde. An der in Frage kommenden Transformatorenstation waren zur Zeit der Messung 86 Kochstrombezüger angeschlossen mit einem Anschlusswert von 403 kW. Neben der Kochbelastung enthält das Diagramm noch Belastung herrührend von Kleinmotoren, Licht- und Wärmeapparaten. Die nach Abzug der Grundbelastung übrig bleibende Kochlast weist eine Mittagsspitze von etwa 100 kW auf. Pro Kochbezüger macht das einen Spitzenanteil von 1,16 kW. Bei einer mittleren Haushaltungsgrösse von 4 Personen hätte unsere frühere Rechnung einen Spitzenbetrag von $310 \times 4 = 1{,}24$ kW ergeben. Man hat also etwas zu ungünstig gerechnet; immerhin ist die Abweichung nur 6,5 % und muss vielleicht dem Umstand zugeschrieben werden, dass die Anzahl der Personen nicht mit dem angenommenen Mittel übereinstimmte.

Fig. 15 zeigt wiederum den Ausschnitt eines Maxigraphenstreifens. Diese Aufnahme stammt aus einem bäuerlichen Dorf. Zur Ermittlung der Mittags-Kochspitze müssen hier ebenfalls fast keine Abzüge gemacht werden. Die Spitze stellt sich bei 54 Kochabnehmern mit einem Anschlusswert von 258 kW auf 67 kW oder pro Abnehmer auf 1,24 kW.

Als letztes Beispiel sei das in einer Vorortsgemeinde von Zürich aufgenommene Diagramm gezeigt (Fig. 16). Die Mittagsspitze steigt hier auf einen Wert von ca. 22 kW an; es waren zu jener Zeit 19 Kochherde angeschlossen mit zusammen 70 kW. Die Spitze pro Herd macht also 1,16 kW aus und liegt wiederum unter dem erwarteten Wert, und zwar um 7 %.

Da die Messungen in der Weise durchgeführt werden mussten, dass in der betreffenden Station die gesamte Belastung des Ortsnetzes, mit Ausnahme der an ein besonderes Kraftnetz angeschlossenen Motoren, gemessen wurde, können die Streifen im allgemeinen nur für die Kontrolle der Mittagsbelastung dienen. Am Morgen und am Abend ist die an sich viel kleinere Kochbelastung so stark vermischt mit Belastung, herrührend von kleineren gewerblichen Motoren, Wärmeapparaten und Beleuchtung, dass eine Herausschälung der Kochbelastung in diesen Zeiten nicht mit genügender Sicherheit möglich ist. Da aber die Kontrolle der Mittagsbelastung eine sehr befriedigende Uebereinstimmung zwischen der direkt gemessenen und der nach dem Summationsverfahren gebildeten Kurve ergeben hat, darf angenommen werden, dass die Summations-Kochkurve auch für das Morgen- und für das Abendessen der Wirklichkeit entspricht.

Wirtschaftliche Mitteilungen. — Communications de nature économique.

Fortsetzung der Elektrifizierung der Schweizerischen Bundesbahnen.

621.331(496)

Der Verwaltungsrat der Schweizerischen Bundesbahnen genehmigte in seiner Sitzung vom 19. November 1929 einen Bericht der Generaldirektion über die Fortsetzung der Elektrifizierung der S. B. B. und die Ergänzung der Energieversorgung durch Erstellung des Etzelwerkes. Ueber das Thema des zweiten Teiles des Berichtes handelt ein Aufsatz des Herrn Oberingenieur Eggenberger an anderer Stelle dieses Bulletins. Aus dem ersten Teil sei im folgenden das Hauptsächlichste wiedergegeben.

Der Energiebedarf.

Auf Grund von Betrachtungen über den Energiebedarf für den *ausschliesslichen* elektrischen Betrieb auf dem elektrifizierten Netz von 1666 km, einschliesslich der Strecke Brig-Iselle und der Seetalbahn, im Jahre 1928, der auf 423½ Millionen kWh berechnet wird, über die Entwicklung des Verkehrs, die Ausdehnung des elektrischen Betriebes, den Energiebedarf für Lieferung an Dritte und andere Zwecke (im Jahre 1940 19 Millionen kWh) und über die zur Sicherstellung des elektrischen Betriebes nötigen Reserven (im Jahre 1940 25 Millionen kWh) kann der Energiebedarf im Jahre 1940 auf 645 Millionen kWh geschätzt werden (Tabelle I).

Voraussichtliche Entwicklung des elektrischen Verkehrs und des Energiebedarfes.

Tabelle I.

Jahr	Verkehrsentwicklung in % bezogen auf 1926	Elektrischer Verkehr in Mill. Br/km	Energiebedarf in Millionen kWh
1926	100	7 820	362
1927	109	8 503	393
1928	117	9 157	423
1929	125	9 790	461
1930	131	10 309	488
1931	135	10 787	514
1932	139	11 260	540
1933	142	11 623	560
1934	144	11 992	581
1935	146	12 269	596
1936	147	12 546	611
1937	149	12 683	620
1938	150	12 822	629
1939	151	12 907	637
1940	152	12 992	645

Zur Ermittlung des mutmasslichen Energiebedarfes für die Ausdehnung des elektrischen Betriebes wurde ein *Programm für die zweite Elektrifizierungsetappe* aufgestellt, das als allgemeine Wegleitung gedacht ist. Dieses Programm ist in Fig. 1 dargestellt. Gegenüber dem Programm von 1927 (s. Bull. S. E. V. 1927, Nr. 12, S. 785) sind einige Aenderungen zu konstatieren. Das Programm 1927 erstreckt sich über 419 km Bahnlinien, gegenüber 476 km des vorliegenden Programmes 1929. Bemerkenswert ist das zeitliche Vorrücken der Strecke Uznach-Ziegelbrücke, deren Elektrifizierung statt im fünften bereits im zweiten Jahre (1931) begonnen werden soll. Neu hinzu kamen die Strecken Zürich-Affoltern-Zug (Beginn 1931) und Gossau-Sulgen (1934).

Die Gesamtkosten der Elektrifizierung der in diesem Programm aufgeführten Linien werden rund 81 Millionen Franken betragen. Davon entfallen 44 Millionen Franken auf die Unterwerke, Uebertragungsleitungen und die elektrische Ausrüstung der Bahn mit den zugehörigen Aenderungen an den Schwachstromanlagen und Ueberbauten, 34 Millionen Franken auf die Triebfahrzeuge und 3 Millionen Franken auf die Verstärkung der Brücken.

Auf den gemäss diesem Programm zu elektrifizierenden Linien wird der Verkehr im Jahre 1936 voraussichtlich 930 Millionen Bruttotonnenkilometer erreichen, was einem Energiebedarf von ca. 43 Millionen kWh entspricht. Bis zum Jahre 1940 wird dieser Energiebedarf gemäss den für die Verkehrsentwicklung gemachten Annahmen auf 45 Millionen kWh steigen.

Daneben ist auch noch die Strecke Iselle-Domodossola zu berücksichtigen, die gemäss den mit der Generaldirektion der italienischen Staatsbahnen getroffenen Vereinbarungen im Mai 1930 elektrifiziert sein muss und für welche die S. B. B. die elektrische Energie zu liefern haben. Der Verkehr auf dieser Strecke erreichte im Jahre 1928 72,6 Millionen Bruttotonnenkilometer, welche einen Mehrbedarf an Energie von 3,5 Millionen kWh erfordern, der bis 1940 auf 5 Millionen kWh anwachsen kann.

Die verfügbare Energie und die erforderliche Ergänzungsenergie.

Die bahneigenen Kraftwerke können unter Zugrundelegung ungünstiger Niederschlagsverhältnisse folgende Energiemengen liefern:

$187 \cdot 10^6$ kWh erzeugt in der Kraftwerkgruppe Amsteg-Ritom-Göschenen,
$226 \cdot 10^6$ kWh erzeugt in der Kraftwerkgruppe Vernayaz-Barberine-Trient,
$5 \cdot 10^6$ kWh erzeugt im Kraftwerk Massaboden
$418 \cdot 10^6$ kWh total.

Im Sommer verfügt das Kraftwerk Amsteg über eine Ueberschussenergie von 45 Millionen kWh, welche nach Inbetriebsetzung des Etzelwerkes für den Bahnbetrieb nutzbar gemacht werden können.

Vom Jahre 1930 an soll das Wasser des Cadlimobaches in den Ritomsee fliessen, und es darf angenommen werden, dass von diesem Zeitpunkt an der See auch in den wasserärmsten Jahren gefüllt wird. Dadurch wird die ausnützbare Energiemenge der Kraftwerkgruppe Amsteg-Ritom um 24 Millionen kWh und die gesamte verfügbare Energiemenge von 418 auf 442 Millionen kWh erhöht.

Ferner kann für das Jahr 1936 mit einem weitern Zuwachs von 7 Millionen kWh aus dem Kraftwerk Massaboden gerechnet werden, da der mit der A.-G. Lonza abgeschlossene Energielieferungsvertrag erlischt. Schliesslich ver-

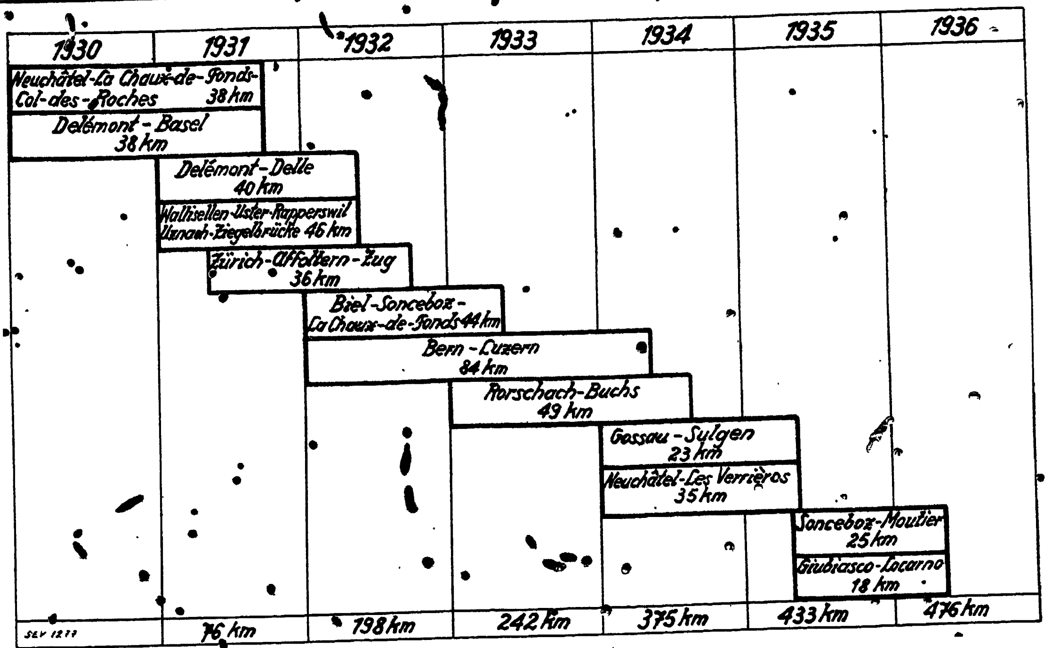


Fig. 1.
Programm für die Elektrifizierung der Schweizerischen Bundesbahnen 1930 bis 1935.
Die angegebenen km-Zahlen beziehen sich auf die neu zu elektrifizierenden Bahnlängen.

fügen die S. B. B. in bahnfremden Kraftwerken (B. K. W., B. K., A. E. W., Dynamo) über eine Energiemenge von insgesamt 71 Millionen kWh.

In Tabelle II sind diese Angaben zusammengefasst. Es geht daraus hervor, dass ab 1932 für neue Energiequellen gesorgt werden muss.

Zusammenstellung der erforderlichen und der verfügbaren Energie in Millionen kWh.

Tabelle II.

Jahr	Energiebedarf	Verfügbare Energie	Erforderliche Ergänzungs-energie
1929	461	461	—
1930	488	488	—
1931	514	514	—
1932	540	514	26
1933	560	514	46
1934	581	510	71
1935	596	492	104
1936	611	499	112
1937	620	499	121
1938	629	507	122
1939	637	515	122
1940	645	520	125

Die Beschaffung der Ergänzungsenergie.

Die zu beschaffende Energie muss Einphasenwechselstrom von 15 000 V und 16⅔ Per/s sein und entsprechend dem Energiebedarf folgendermassen verwendet werden können:

61 % der Jahresenergie während 7 Wintermonaten (X—IV),
39 % der Jahresenergie während 5 Sommermonaten (V—IX),
87,5 % der Tagesenergie während 18 Tagesstunden (5—23 Uhr),
12,5 % der Tagesenergie während 6 Nachtstunden (23—5 Uhr).

Die mittlere Tagesleistung im Winter ist mit Rücksicht auf die starken Belastungsschwankungen, welche beim Bahnbetrieb auftreten, um 50 % zu erhöhen. Um bei Störungen in den Anlagen über eine gewisse Maschinenreserve zu verfügen, ist die installierte Leistung noch um weitere 20 % höher zu bemessen.

Die bestehenden Kraftwerke liegen vorwiegend im südlichen Teil des Netzes; die neu zu beschaffende Energie wird hauptsächlich für den nordöstlichen Teil des Landes gebraucht.

Daraus, und aus der Tatsache, dass in Amsteg grosse Mengen Sommerenergie zur Verfügung stehen, geht hervor, dass eine Energiequelle zu suchen war, die vorwiegend Winterenergie in das Versorgungsgebiet des Kraftwerkes Amsteg abzugeben vermag.

In Frage kam die Lieferung der Ergänzungsenergie aus bahnfremden Kraftwerken oder der Bau eines weitern eigenen Kraftwerkes. Für den ersten Fall lagen Offerten für Gesamt- oder Teillieferungen der Ergänzungsenergie einiger schweizerischer Grossunternehmungen vor. Für die zweite Frage verfügten die S. B. B. über die Aare-Wasserkräfte bei Rupperswil und die Wasserkräfte der Sihl am Etzel. Ein Rupperswilerwerk hätte aber die notwendige Winterenergie nicht liefern können, musste also zum vornherein ausscheiden.

Es wurden folgende Möglichkeiten der Lieferung der Ergänzungsenergie hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit verglichen:

N. O. K.-55 % Etzel-B. K. W.,
N. O. K.-55 % Etzel-Dixence,
N. O. K.-55 % Etzel-Motor-Columbus,
1/1 Etzel, 1. Ausbau,
Motor-Columbus,
Dixence,
55 % Etzel-N. O. K.

Als wirtschaftlichste Lösung erwies sich die Kombination 55 % Etzel-N. O. K., und zwar wurde für das Jahr 1940 eine Differenz der jährlichen Ausgaben gegenüber der zweitbilligsten Lösung (Dixence) von Fr. 1 439 000 berechnet.

Auch die Erstellung kalorischer Anlagen zur Erzeugung der erforderlichen Ergänzungsenergie unter Mitwirkung verschiedener Firmen ist in den Bereich der Untersuchungen gezogen worden. Es zeigte sich aber, dass die regelmässige kalorische Energieerzeugung in Dampfkraft- oder Dieselanlagen der hohen Betriebskosten wegen nicht in Frage kommen kann, solange in der Schweiz noch günstige Akkumulierwerke gebaut werden können. Die Erstellung einer kalorischen Anlage hätte den weitern Nachteil, dass die mit der Einführung des elektrischen Betriebes angestrebte Unabhängigkeit vom Auslande wenigstens teilweise wieder verloren ginge.

Der Verwaltungsrat der S. B. B. hat am 19. November d. J. das Programm als Wegleitung für die Fortsetzung der Elektrifizierung 1930—1936 (Fig. 1) sowie den mit den N. O. K. vereinbarten Vertrag über die Gründung einer Aktiengesellschaft zum Bau und Betrieb des Etzelwerkes [2]) und den vereinbarten Zusatzverträgen grundsätzlich genehmigt.

Die elektrische Grossküche im kantonalen Krankenhaus Liestal.

643.36

Das kantonale Krankenhaus Liestal und das daneben liegende Pfrundhaus haben ihre Küchen mit elektrischen Herden ausgerüstet und die bisher verwendeten Kohlenherde entfernt. Die elektrische Energie, welche von der Elektra Baselland bezogen wird, kostet 6 Rp./kWh für Tageskraft und 3 Rp./kWh für Nachtkraft. Bei der Wahl der elektrischen Energie haben auch hygienische und volkswirtschaftliche Gründe mitgespielt.

Die elektrische Grossküche des kantonalen Krankenhauses, erstellt von den Firmen Kummler & Matter in Aarau und Zent A.-G., Bern (Elektro-Dampfkochkessel) ist ausschliesslich für elektrischen Betrieb eingerichtet; ein anderes Heizmittel wird nicht verwendet. Diejenige des Pfrundhauses ist mit einem elektrischen Grossherd, Fabrikat Therma, Schwanden, ausgerüstet; daneben werden noch vorhandene Dampfkochkessel verwendet; die folgenden Ausführungen beziehen sich nur auf die Küche des Krankenhauses.

Diese besitzt einen elektrischen Kochherd, einen Patisserieofen und drei Kippkessel. Die wichtigsten technischen Daten für die verschiedenen Apparate sind:

[2]) Siehe Bull. S. E. V. 1929, No. 24, Seite 805.

1. *Elektrischer Kochherd,* freistehend:

		mm		kW	total kW
2	runde Kochplatten	400	zu	4	8
4	runde Kochplatten	300	zu	2,5	10
2	quadratische Kochplatten	472	zu	4	8
2	quadratische Kochplatten	472	zu	2,5	5
2	rechteckige Kochplatten	235/472	zu	0,6	1,2
1	Bain-Marie	500/900			3
1	Wärmeschrank mit Schiebetüren auf beiden Seiten, Bodenheizung	2000/920/420			5
				Total	40,2

Der Herd ist 3400 mm breit, 1300 mm tief und 800 mm hoch. Er ist gestrichen, die Rahmen geschliffen, die Beschläge sowie die Schutzstange auf allen vier Seiten vernickelt. Die Regulierung für die 4-kW-Kochplatten erfolgt in den Stufen 1/3, 2/3 und 3/3. Das Bain-Marie und der Wärmeschrank mit Leistungen unter 4 kW haben eine vierfache Regulierung. Der Herd ist in der Längsrichtung in zwei elektrisch voneinander unabhängige Hälften mit besonderer Führung der Sammelschienen geteilt.

2. *Elektrischer Patisserieofen.* Er besteht aus einem Gärschrank, 2 Backräumen zu je 6 kW. Im Fuss befindet sich ein offener Raum mit Tablar für Backbleche und Kochgeschirr.

3. *Drei elektrische Kippkessel* mit einem Anschlusswert von zusammen 31,5 kW. Die zwei von der Firma Kummler & Matter gelieferten Kochkessel mit direkter Heizung haben einen Inhalt von 75 und 120 Liter und einen Anschlusswert von 7,5 und 12 kW. Der von der Zent A.-G. in Bern gelieferte Elektro-Dampfkochkessel fasst 100 Liter mit einem Anschlusswert von 12 kW.

Die gesamte Küche hat also einen Anschlusswert von 83,7 kW. Die elektrische Energie wird in 6800 V Spannung mittels Hochspannungskabel in die im Souterrain des Krankenhauses erstellte Transformatorenstation zugeführt und dort auf die Gebrauchsspannungen 220 bzw. 500 V transformiert. An diese Station ist auch der Kochherd des Pfrundhauses angeschlossen.

Kochstromverbrauch dieser Grossküche.

Angaben hierüber verdanken wir der Verwaltung des Krankenhauses. Das Krankenhaus hat drei Klassen: die allgemeine Abteilung, die private Abteilung I. und II. Klasse. Täglich werden 5 Mahlzeiten abgegeben. Morgenessen: Kaffee mit Milch; 2. Frühstück: Fleischbrühe; Mittagessen: Suppe, Fleisch, 2 Gemüse, Dessert; Vesper: Kaffee, Kakao; Nachtessen: Suppe, Gemüse, Obst, Teigwaren. Das Menü der allgemeinen Abteilung geniessen etwa 140—150 Personen, dasjenige der Privatabteilung etwa 25 Personen. Etwa 40 % der allgemeinen und privaten Abteilung erhalten Diätkost (fettreich, fettarm, salzlos, zuckerlos, vegetarisch usw.), die wieder nach der verschiedenen Klasse sehr verschieden sein kann. Daher sind viele Einzelportionen notwendig. Damit man sich über die Art der Speisenzubereitung ein Bild machen kann, gebe ich in Tabelle I den Speisezettel je eines Werktages und Sonntages.



Elektrische Grossküche im Krankenhaus Liestal mit einem Anschlusswert von 83,7 kW.

Speisezettel für einen Sonntag und einen Werktag. Tabelle I.

	Allgem. Abteilung	Privat-Abteilung
	Sonntag, den 20. Okt. 1929	
Mittagessen	Schweinsplätzli Teigwaren Salat Milchli	Spargeln Poulet au Riz Salat Glace
Abendessen	Tee Aufschnitt Salat Rührei	Aufschnitt Salat mit Ei Trauben
	Freitag, den 1. Nov. 1929	
Mittagessen	Fisch Salzkartoffeln Rübli Kachelmüsli	Filet-Beefsteak Spinat pommes frîtes Citronencrème
Abendessen	Suppe Haferbrei Obst	Fisch pommes nat. Salat gef. Aepfel

Für die Monate April bis November 1929 ist der Kochstromverbrauch für die Küche (ohne Warmwasserbereitung) zusammengestellt worden (Tabelle II). Der Personalbestand betrug während dieser Zeit 55 Personen. Die Zahl der Patienten wechselte von 85—141. Im Mittel betrug sie 111.

Der Stromverbrauch für die Küche (ohne Warmwasserverbrauch) betrug also *1 kWh pro Kopf und Tag*. Dieses Resultat ist als sehr günstig zu bezeichnen. Herr Oberingenieur Stefan Schneider kommt in seiner Broschüre «Die elektrische Grossküche» für 160 Personen auf einen Stromkonsum von 1,2 kWh pro Tag.

Kochstromverbrauch in den Monaten April bis November 1929. Tabelle II.

1929	Verpflegte Personen inkl. Personal, mal Anzahl Tage	Stromverbrauch kWh
April	4577	4490
Mai	5053	4870
Juni	4642	5040
Juli	5410	4130
August	5598	5290
September	5160	5110
Oktober	4660	5320
November	4697	4450
Total	39697	39700

Wie erwähnt, werden im Krankenhaus Liestal täglich 5 Portionen abgegeben; die Totalzahl dieser Portionen betrug in den 6 Monaten 151 700. Der Stromverbrauch pro Portion betrug also im Mittel $= \frac{29\,930}{151\,700} =$ ca. 0,2 kWh, eine Zahl, die ebenfalls als sehr günstig bezeichnet werden muss.

Die elektrischen Warmwasserspeicher dienen nur dem Betriebe auf den Krankenabteilungen. Für die Küche arbeitet ein besonderer Heisswasserspeicher, der direkt mit einem Zentral-

heizungskessel verbunden ist, welcher das ganze Jahr hindurch im Betrieb gehalten werden muss. Im Jahre 1930 ist die Aufstellung eines weitern Heisswasserspeichers von 4000 Liter Inhalt vorgesehen, der dann namentlich über den Sommer das Heisswasser für die Küche liefern soll. Der Heisswasserverbrauch für die Küche kann also bis jetzt nicht besonders angegeben werden.

Die Verwaltung des Krankenhauses ist mit der elektrischen Kücheneinrichtung in jeder Hinsicht zufrieden. Nach ihrem Zeugnis wird der vielseitige Küchenbetrieb reibungslos bewältigt. Die Apparate erleichtern den Betrieb durch ihre einfache Handhabung und bequeme Regulierung. Das Küchenpersonal hat sich sehr rasch mit der Neuanlage vertraut gemacht. Störungen an den Apparaten sind noch keine vorgekommen. *A. Härry.*

Tarifänderungen. 621.371

In der *Stadt St. Gallen* sind dieser Tage die Energiepreise ermässigt worden, und zwar ist für Beleuchtung der Grundpreis von 60 auf 55 Rp./kWh herabgesetzt worden; für Motoren ist an Stelle des Mindestbezugtarifs ein Tarif mit Grund- und Konsumtaxe getreten, wodurch die Einnahme im Mittel um 15 % sinken wird. Für Grosskraft wird der neue Tarif eine Reduktion der Einnahmen von 8 % bringen, für Wärmezwecke ist der Nachtstrompreis auf 5 Rp./kWh reduziert worden. Für das ganze Netz werden bei gleichbleibendem Energiekonsum die jährlichen Gesamtstromeinnahmen um Fr. 236 000, d. h. um 7,5 % sinken.

Statistique téléphonique mondiale [1]) pour l'année 1927. 621.385(001)

Répartition des postes téléphoniques:

	(en 1926) %	en 1927 %
Etats-Unis	(60,5)	60
Europe	(27,5)	28
Autres pays du monde	(12)	12
Amérique du Sud		1,50
Asie		3,36
Afrique		0,65
Australie et Océanie		2,19
(Suisse		0,72)

Le nombre total des postes d'abonnés est de 30,99 (22,38) millions. 31 % (30 %) de ces postes appartiennent à des administrations d'Etat et 69 % (70 %) à des Sociétés privées.

Le tableau I et les figures 1, 2 et 4 donnent des renseignements intéressants relatifs à la répartition du téléphone dans les différents pays du monde.

La figure 3 indique le nombre de communications téléphoniques par habitant en 1927. On y voit que ce sont en général les pays où le téléphone est le plus répandu qui conversent le plus. Ainsi, les Etats-Unis avec 15,8 postes par 100 habitants arrivent à 225 communications par habitant et par an; la Suède avec 7,7 postes obtient 115, le Danemark avec 9,3 postes 137, tandis qu'en Suisse avec 5,6 postes nous

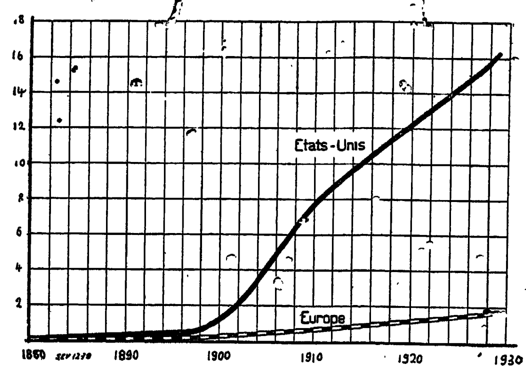


Fig. 4.
Développement des postes téléphoniques. Téléphones par 100 habitants, au commencement de chaque année.

n'obtenons que 44,3 conversations par habitant et par an. Il y a cependant une augmentation réjouissante à constater puisque de 1926 à 1927 le nombre des conversations par habitant a passé de 41,3 à 44,3 et en 1928 à 47,7. Donc, il y a encore beaucoup à faire pour le développement du téléphone en Suisse et pendant de nombreuses années il ne saura être question de saturation.

Le développement du téléphone fait reculer de plus en plus le *service télégraphique*. Les Etats les plus avancés en téléphonie ont un service télégraphique très minime, ainsi que le montre le tableau II.

Nombre des communications téléphoniques et télégraphiques sur 100 communications.

Tableau II.

Pays	Communications	
	téléphoniques	télégraphiques
Danemark	99,6	0,4
Suède	99,4	0,6
Canada	99,3	0,7
Etats-Unis	99,2	0,8
Pays-Bas	98,8	1,2
Suisse	98,4	1,6
Grande Bretagne	95,1	4,9
France	95,4	4,6

Le trafic télégraphique interne *suisse* était, en 1928, de 962 454 télégrammes, alors qu'en 1919 il atteignait 3,3 millions et déjà en 1870 1 132 029. Dans l'espace de 9 ans 71 % des télégrammes ont été remplacés par des communications téléphoniques. Dans la même période le nombre de communications téléphoniques internes a augmenté de 69 millions ou de 70 % et le nombre des abonnés a augmenté de 77 800 ou de 72 %. Par unité d'abonné nouveau venu, il y a donc eu perte de 30 télégrammes et bénéfice de 900 communications téléphoniques par an.

Le téléphone a influencé l'échange des lettres dans les proportions suivantes:
sur 100 échanges par lettre et par fil (téléphone et télégraphe) il y avait en

1900	84	par lettre	et	16	par fil
1920	76	«	«	«	24	« «
1928	70	«	«	«	30	« «

[1]) Extrait du „Bulletin Technique" publié par l'administration des télégraphes et des téléphones suisses 1929, No. 5. Voir aussi Bull. S. E. 1927, No. 1, page 40.

Répartition des postes téléphoniques et densité téléphonique dans les différents pays du monde.

Tableau I.

Pays	Nombre des postes téléphoniques	Augmentation en 1927	Longueur des fils en km — Total	Longueur des fils en km — sur 100 habitants	Longueur moyenne d'un circuit de raccordt. en km
1	2	3	4	5	6
a) *Amérique:*					
Etats-Unis	18 522 767	776 599	102 712 417	87,5	2,8
Canada	1 259 987	58 979	5 777 975	60,3	2,3
Mexique, Am. centr. Indes Occident., etc.*)	196 850	13 754	1 081 580	10,8-1,0	2,7
Amérique du Sud	463 810	36 064	1 977 435	2,6	2,1
au total	20 443 414	885 396	111 549 407	A. N. 68,5 A. S. 2,6	2,7
b) *Afrique*):* au total	203 357	14 897	1 055 543	0,8	2,6
c) *Asie*):*					
Japon (31 III 1928)	750 561	102 470	4 047 312	6,6	2,7
pour le reste	291 838	11 940	1 303 272	0,3-0,08	2,2
au total	1 042 399	114 410	5 350 584	0,6	2,6
d) *Australie* (30 VI 1927) *avec Nouvelle-Zélande* (31 III 1928)	586 914	45 991	3 878 687	49,9-55,5	3,3
Océanie):* y compris les Indes Hollandaises et les Philippines	90 813	7 152	494 135	33,3-0,5	2,7
e) *Europe:*					
Allemagne	2 814 996	126 501	17 068 272	26,9	3,0
Grande-Bretagne avec Irlande du Nord	1 833 802	122 217	11 710 302	25,7	3,6
France	883 406	60 536	3 972 401	9,7	2,2
Suède	466 787	16 141	1 705 965	28,0	1,8
Danemark	324 232	3 123	1 371 782	39,3	2,1
Pays-Bas	238 602	13 254	798 064	10,5	1,7
Italie (30 VI 1928)	292 867	20 434	1 126 300*)	2,7	1,9
Russie avec Sibérie	260 000	20 000	1 930 800	1,3	3,7
Suisse	223 597	13 111	1 033 406	25,9	2,3
Belgique	196 691	20 119	1 386 084	17,5	3,5
Norvège	179 484	3 984	823 713	29,4	2,3
Autriche	165 231	6 802	836 242	12,2	2,5
Pologne	157 425	25 474	826 596	2,7	2,6
Espagne	141 214	9 695	273 530*)	1,3	1,0
Tchécoslovaquie	134 123	5 167	489 136	3,4	1,8
Finlande	108 973	20 417	282 690	7,9	1,3
Hongrie*)	120 000	5 000	431 212	5,0	1,8
Roumanie	56 024	2 750	280 888	1,4	2,5
Yougoslavie	31 393	3 015	158 905	1,1	2,5
Lettonie (31 III 1928)	29 165	4 973	222 042	11,1	3,8
Etats libres de l'Irlande (31 III 1928)	25 317	1 487	127 784	4,2	2,5
Portugal	24 127	1 677	126 918	2,1	2,6
Bulgarie	14 358	4 348	70 733	1,3	2,5
Grèce	8 000	1 672	21 665	0,3	1,4
Pour le reste de l'Europe*)	93 593	4 000	439 257	5,1	2,3
au total	8 623 407	515 897	47 514 687	9,0	2,8
total général	30 990 304	1 583 743	169 843 044	8,8	2,7

*) Evalué en partie.

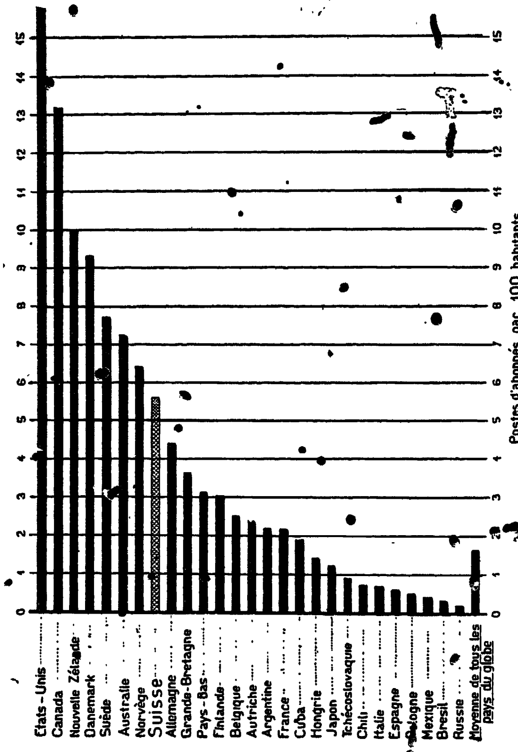
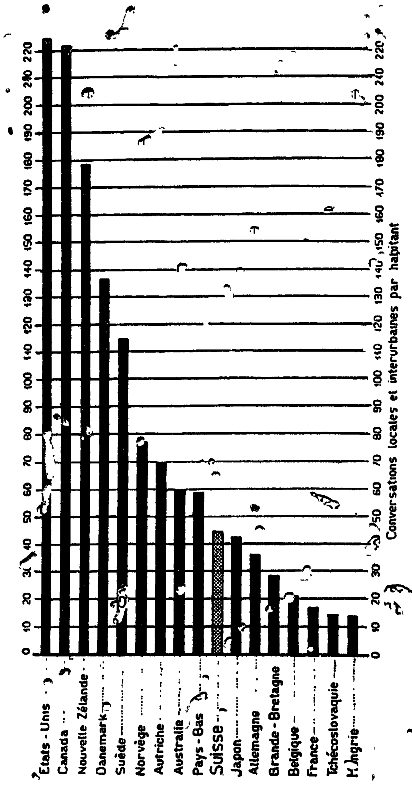


Fig. 1. Densité téléphonique des postes d'abonnés dans les différents pays du monde. Etat 1er janvier 1928.



Intensité du trafic téléphonique dans les différents pays pendant l'année 1927. Etat 1er janvier 1928.

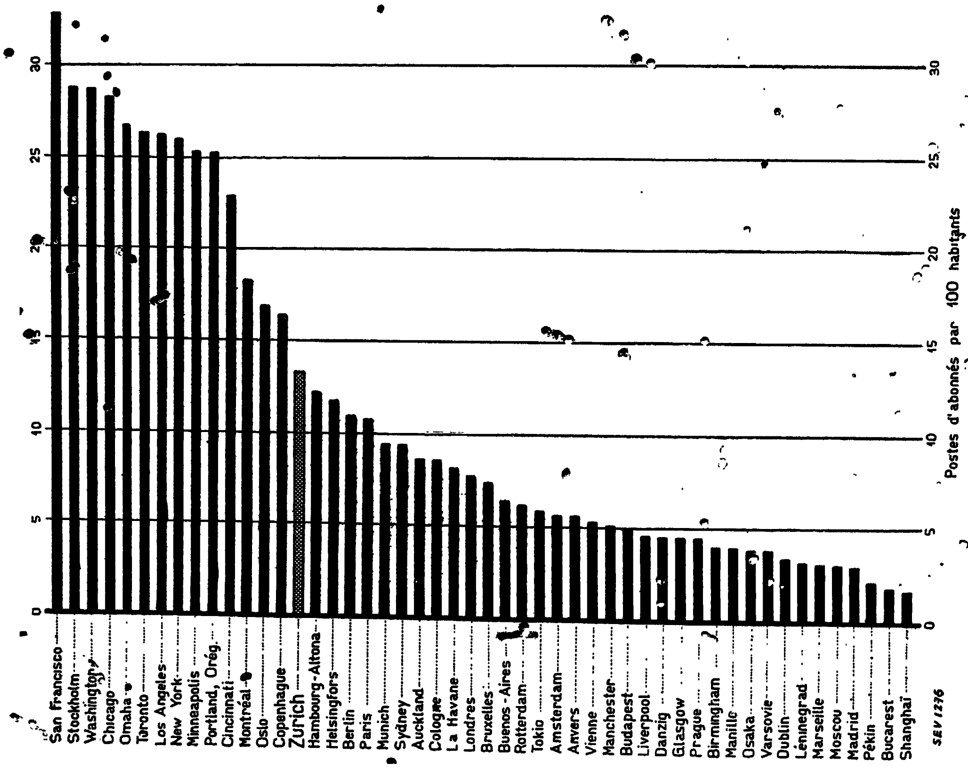


Fig. 2. Densité téléphonique des postes d'abonnés dans quelques grandes villes. Etat 1er janvier 1928.

Unverbindliche mittlere Marktpreise je am 15. eines Monats.

Prix moyens (sans garantie) le 15 du mois.

			Dez. *déc.*	Vormonat Mois précédent	Vorjahr Année précédente
Kupfer (Wire bars) *Cuivre (Wire bars)*		Lst./1016 kg	84/–	83/10	75/5/–
Banka-Zinn . . . *Etain (Banka)* . .		Lst./1016 kg	185/–	175/–	227/10/-
Zink . . . . . . *Zinc*		Lst./1016 kg	20/2/6	20/10	26/15/-
Blei . . . . . . *Plomb*		Lst./1016 kg	21/7/6	21/12/6	21/6/3
Formeisen . . . *Fers profilés* . . .		Schw. Fr./t	126.–	130.–	126.–
Stahleisen . . . *Fers barres* . . .		Schw. Fr./t	136.–	138.–	157.50
Ruhrnuss-kohlen *Charbon de la Ruhr*	II 30/50	Schw. Fr./t	45.80	45.80	46.50
Saarnuss-Kohlen *Charbon de la Saar*	I 35/50	Schw. Fr./t	46.50	46.50	43.–
Belg. Anthrazit . . *Anthracite belge* .		Schw. Fr./t	79.80	79.80	70.–
Unionbrikets . . . *Briquettes (Union)* .		Schw. Fr./t	41.75	41.75	38.–
Dieselmotorenöl (bei Bezug in Zisternen) . . . *Huile pour moteurs Diesel (en wagon-citerne)*		Schw. Fr./t	114.–	115.–	108.–
Benzin *Benzine*	(0,720)	Schw. Fr./t	285.–	285.–	280.–
Rohgummi . . . . *Caoutchouc brut* .		sh/lb	0/7$\frac{7}{8}$	0/8$\frac{3}{8}$	0/8$\frac{7}{8}$
Indexziffer des Eidgenössischen Arbeitsamtes (pro 1914=100) . . . *Nombre index de l'office fédéral (pour 1914=100)*			163	163	161

Bei den Angaben in engl. Währung verstehen sich die Preise f. o. b. London, bei denjenigen in Schweizerwährung franko Schweizergrenze (unverzollt).

Les prix exprimés en valeurs anglaises s'entendent f. o. b. Londres, ceux exprimés en francs suisses, franco frontière (sans frais de douane).

Vom Schweizerischen Bundesrat erteilte Stromausfuhrbewilligung [1]).

(Verhandlung vom 9. Dezember 1929.)

Der Stadt Genf wurde an Stelle der bis 31. Dezember 1930 gültigen Bewilligung Nr. 95, vom 17. Januar 1927, die Bewilligung Nr. 107 erteilt und damit die bewilligte Energiequote erhöht und die Dauer der Bewilligung bis 31. Dezember 1935 verlängert. Die Ausfuhr erfolgt wie bisher an die Etablissements Bertolus, mit Sitz in Paris. Die Energie wird ausschliesslich in den Werken der Etablissements Bertolus und der Société des Produits azotés in Bellegarde (Frankreich) verwendet.

Während bisher nur während der Sommermonate April bis und mit September und bei günstigen Wasserverhältnissen auch im März und Oktober 2000 kW zur Ausfuhr bewilligt waren, darf die Ausfuhr auf Grund der neuen Bewilligung während 6 von 7 Sommermonaten (April bis Oktober) maximal 7000 kW während 24 Stunden des Tages und während 3 von 5 Wintermonaten (November bis März) maximal 400 kW ausserhalb der Stunden stärkster Belastung betragen. Bei sehr günstigen Wasserverhältnissen und gedecktem Inlandbedarf kann das eidgenössische Departement des Innern auf Ersuchen hin auch im November provisorisch die Ausfuhr einer Leistung von bis zu maximal 7000 kW gestatten. Während der Dauer eines Monates der Sommerperiode und ein bis zweier Monate der Winterperiode findet mithin keine Ausfuhr statt. In der übrigen Zeit kann das eidgenössische Departement des Innern jederzeit die Einschränkung oder vollständige Einstellung der Energieausfuhr verfügen, wenn es dies im Interesse der Inlandversorgung als notwendig erachtet.

Rapport de gestion de la S. A. de l'Energie de l'Ouest Suisse sur l'exercice de l'année 1928.

Le mouvement d'énergie, qui en 1927 était de 130 millions de kWh, a passé à 142 millions. Les travaux de l'usine de Champsec ont été poursuivis et on pense les terminer en 1929, en même temps que la ligne de jonction avec le réseau général. C'est au poste de couplage de Vorziers que seront connectées au réseau général les lignes venant des usines de Martigny-Bourg, de Fully, de Champsec, de Sembrancher (appartenant à la Société Romande d'Electricité) et plus tard celle de la Dixence.

	fr.
Les recettes d'exploitation ont été de	3 296 059
Les frais d'exploitation et d'achat d'énergie se sont élevés à . .	1 653 888
Les intérêts passifs à	250 000

Sur le bénéfice d'exploitation de fr. 1 403 720 fr. 876 387 ont été consacrés à des amortissements et des versements à des fonds de réserve; fr. 480 000 ont été distribués comme dividende sur le capital-actions de 8 millions et fr. 30 000 comme tantièmes et gratifications.

Le capital-obligations était fin 1928 de 5 millions. En vue de la construction de l'usine de la Dixence l'année 1929 verra une augmentation du capital-actions et du capital-obligations.

[1]) Bundesblatt No. 50, S. 555.

Packpapier als Werbemittel für Elektrizität.

Das vor einigen Jahren in den Handel gekommene «Jaspis-Papier» stellt — mit entsprechenden Aufschriften versehen — als Packpapier ein gutes Werbemittel dar, indem es vom Händler zum Käufer und von da, weiter verwendet, von Haushalt zu Haushalt für die auf ihm propagierten Artikel wirbt.

Die Elektroindustrie hat sich dieses Werbemittel schon seit einiger Zeit zunutze gemacht; die «Vereinigung der Elektrizitätswerke, Berlin» hat ein Jaspis-Papier mit der Aufschrift «Elektrizität in jedem Gerät» herstellen lassen. Nun sind auch die schweizerischen Werke durch die Vermittlung der «Elektrowirtschaft», Zürich, diesem Beispiel gefolgt dadurch, dass sie die Papierfabrik Cham A.-G. in Cham veranlasst haben, ein bezüglich Papierqualität und in werbetechnischer Hinsicht gutes Jaspispapier für Werke, Fabrikanten und Installateure herstellen zu lassen, mit der Aufschrift: «Licht, Kraft, Wärme, benützt überall Elektrizität!», sowie mit entsprechenden Abbildungen.

Literatur. — Bibliographie.

Unfallverhütungskalender 1930. Der Ott-Verlag, Thun, gibt einen Unfallverhütungskalender heraus, der in beliebiger Anzahl mit oder ohne Firmaaufdruck bezogen werden kann. Er ist zur Aushändigung an das Personal gedacht und hat zum Zweck, dieses auf die Betriebsgefahren aufmerksam zu machen und damit zur Verminderung der Betriebsunfälle beizutragen. Das Büchlein umfasst 64 Seiten in handlichem Taschenformat. Bearbeiter sind Prof. Dr. von Gonzenbach, Ing. Pontelli und Pfr. Rudolf. Das Kalendarium legt dem Arbeiter nahe, das Büchlein stets bei sich zu tragen. In dem sehr instruktiven und reich illustrierten Text wird auf alle möglichen Gefahren und die Verhütungsmöglichkeiten hingewiesen. Ein noch verbesserungsfähiges Kapitel ist den elektrischen Unfällen und deren Verhütung gewidmet. Auch die «10 Gebote» des V. S. E. sind darin enthalten.

Der Kalender kann als Gabe an das Personal sehr empfohlen werden. Der Preis beträgt je nach der Anzahl der bezogenen Exemplare 22 bis 30 Rp. pro Stück ohne Firmaaufdruck, mit Firmaaufdruck etwas mehr. *Br.*

Eingegangene Werke (Besprechung vorbehalten).

L'Usine de Broc et son Bassin d'accumulation. Entreprises Electriques Fribourgeoises, Fribourg. Extrait du Bulletin Technique de la Suisse Romande. Année 1928. 27 pages, 23 × 31,5 cm, 27 fig.

Les ailettages des turbines à vapeur multiples à action. Par Charles Colombi. 90 p., 24 × 15,5 cm, 23 fig, 16 tab. Editeur: Dunod, 92, rue Bonaparte (VI), Paris, 1929.

Note sur la détermination et le fonctionnement des turbines à récupération de vapeur. Von Charles Colombi. 14 p., 21,5 × 27 cm, 23 fig. Extrait de Compte rendu du Deuxième Congrès du Chauffage Industriel (Paris, juin 1928).

Circa alcune proprieta delle palettature di turbine a vapore multiple, tipo Parsons. Per Charles Colombi. 12 p., 17 × 24 cm, 9 fig. Separatabdruck aus der Festschrift zum 70. Geburtstag von Prof. Dr. A. Stodola. Verlag: Orell Füssli, Zürich, 1929.

Zur Berechnung der Beschaffung von Ljungström-Dampfturbinen. Von Charles Colombi. 3 S., 21 × 29 cm, 3 Fig. Sonderabdruck aus «Elektrotechnik und Maschinenbau», 47. Jahrgang, Heft 40, 1929.

Note sur le calcul des turbo-compresseurs et sur leurs applications à l'industrie du froid. Par Charles Colombi. 20 p., 24,5 × 34 cm, 26 fig. Extrait de la «Revue Générale du Froid et des Industries frigorifiques», octobre/novembre/décembre 1928.

Ferntagungen. Von P. Kaspareck und R. Feldtkeller. Mitteilungen aus dem Zentrallaboratorium des Wernerwerks der Siemens & Halske A.-G., Berlin-Siemensstadt. 7 S., 21 × 29,5 cm, 17 Fig. Sonderdruck aus «Elektrotechnische Zeitschrift» 1929, Band 50, Heft 27, Seite 997.

Das Schaltwerk. Fabrikhochbau und Hallenbau der Siemens-Schuckertwerke A.-G., Berlin. Band 11 der «Musterbetriebe Deutscher Wirtschaft». Von Hans Dominik. 87 S., 22,5 × 14,5 cm, 54 Fig. Musterbetriebe Deutscher Wirtschaft. Verlag: «Organisation» (S. Hirzel), Verlagsges. m. b. H., Berlin 1929. Preis RM. 2.75.

Elektrisches Schweissen. AEG-Handbuch, 2. Auflage. 154 S., 15 × 22 cm, 149 Fig, verschiedene Tab. Verlag: Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Literarisches Büro, Berlin, 1929.

Lichtreklame I. Von Ing. W. Kirchner. 51 S., 15 × 21 cm, viele Fig. Verlag: Osram A.-G. für Lichtwirtschaft, Zürich, 1929.

VDE-Fachberichte der XXXIV. Jahresversammlung des Verbandes Deutscher Elektrotechniker in Aachen 1929. 121 S., 21,5 × 30 cm, viele Fig. Zu beziehen beim VDE, Berlin W 57, Potsdamerstr. 68.

Kurzes Lehrbuch der Elektrotechnik. Von Ad. Thomälen. 10. Auflage, 359 S., 16 × 25 cm, 581 Fig. Verlag: Jul. Springer, Berlin, 1929. Preis: geb. RM. 14.50.

Jubiläumsschrift der Società Elettrica Locarnese in Locarno. 21 S., 24 × 30 cm, 10 Fig., Tab. Zu beziehen bei der Società Elettrica Locarnese in Locarno.

Vereinsnachrichten.

Die an dieser Stelle erscheinenden Artikel sind, soweit sie nicht anderweitig gezeichnet sind, *offizielle Mitteilungen des Generalsekretariates des S.E.V. und V.S.E.*

Aenderung der Vollziehungsverordnung über die amtliche Prüfung und Stempelung von Elektrizitätsverbrauchsmessern.

(Vom 8. November 1929.)

Die Vollziehungsverordnung betreffend die amtliche Prüfung und Stempelung von Elektrizitätsverbrauchsmessern vom 9. Dezember 1916 mit den darin enthaltenen Prüfgebühren für Elektrizitätszähler und Messwandler ist am 1. Januar 1918 in Kraft getreten. Während des Weltkrieges und den ersten Nachkriegsjahren sind die Preise der Elektrizitätsverbrauchsmesser und auch die effektiven Kosten für die offizielle Eichung dieser Apparate sehr erheblich gestiegen. Um diesen Verhältnissen Rechnung zu tragen, sind auf Antrag des Eidg. Amtes für Mass und Gewicht bzw. der Eidg. Mass- und Gewichtskommission die amtlichen Gebühren mit Wirkung ab 1. August 1921 angemessen erhöht worden. In den letzten vier bis fünf Jahren ist aber wiederum eine gewisse Reduktion der Betriebskosten der Prüfämter eingetreten. In der gleichen Zeitspanne sind dank verbesserter Fabrikationsmethoden die Verkaufspreise der Zähler wieder erheblich gefallen. Um die Prüfansätze einerseits mit den wirklichen Prüfkosten, anderseits mit den Zähler-Marktpreisen wieder besser in Einklang zu bringen, hat der h. Bundesrat auf Antrag der Eidg. Mass- und Gewichtskommission ab 1. Januar 1930 eine Reduktion der amtlichen Gebühren von 1921 angeordnet. Die neuen Ansätze sind aus nachstehend angeführtem Bundesratsbeschluss vom 8. November 1929 ersichtlich. *T.*

Der schweizerische Bundesrat, auf Antrag seines Finanzdepartements, *beschliesst:*

Art. 1.

Der Art. 38 der Vollziehungsverordnung vom 9. Dezember 1916 [1]) sowie der Bundesratsbeschluss vom 5. Juli 1921 [2]) über die Abänderung der Vollziehungsverordnung betreffend die amtliche Prüfung und Stempelung der Elektrizitätsverbrauchsmesser werden aufgehoben und durch folgende Bestimmungen ersetzt:

Art. 38. Für die amtliche Prüfung und Stempelung von Elektrizitätsverbrauchsmessern sind an das betreffende Prüfamt vom Auftraggeber die nachfolgend angeführten Gebühren zu bezahlen:

1. Für Zähler:

a) für Zweileiterzähler für Gleichstrom und Einphasenwechselstrom einer Nennleistung bis

2½ kW	. . . .	Fr.	5.—
5	«	«	5.50
10	« und Messwandlerzähler	«	6.—
20	«	«	7.—
30	«	«	9.—
50	«	«	12.—
über 50	«	«	15.—

[1]) S. Gesetzsammlung, Bd. 32, S. 575.
[2]) S. Gesetzsammlung, Bd. 37, S. 543.

b) für Spannungen über 500 Volt und Stromstärken über 100 Ampère kommen die sub 2 *a* und *b* erwähnten Zuschläge in Anwendung;

c) für Dreileiterzähler für Gleichstrom und Einphasenwechselstrom betragen die Gebühren das 1,2fache der Ansätze unter *a*, bzw. *b;*

d) für Mehrphasenzähler betragen die Gebühren das 1,6fache der Ansätze unter *a*, bzw. *b;*

e) erfordert die Prüfung eines Zählers zwei getrennte Einzelprüfungen, wie z. B. bei den Lichtzählern mit Kraftstromanzapfung, Doppeltarifzählern usw., so betragen die Gebühren das 1,2fache der Ansätze unter *a*, bzw. *b*, *c* und *d;*

f) für elektrolytische Zähler betragen die Gebühren das 2fache der Ansätze unter *a*, bzw. *b* und *c;*

g) für Pendelzähler betragen die Gebühren das 2,5fache der Ansätze unter *a*, bzw. *b*, *c*, *d* und *e*.

2. *Für Messwandler:*

a) für einen Stromwandler bis und mit 100 Ampère beträgt die Gebühr Fr. 15; für je 100 Ampère mehr tritt ein Zuschlag von Fr. 1 hinzu;

b) für einen Spannungswandler bis und mit 1000 Volt beträgt die Gebühr Fr. 15; für höhere Spannungen tritt für je 5000 Volt ein Zuschlag von Fr. 2 hinzu.

3. *Für Zähler mit Messwandlern:*

a) werden Zähler mit festeingebauten Messwandlern gemäss Art. 26 als Ganzes geprüft, so kommen die Gebühren für Zähler gemäss Ziffer 1 zur Anwendung;

b) werden Zähler mit Messwandlern gemäss Art. 32 einzeln und zusammen geprüft, so berechnen sich die Gebühren als Summe der Einzelbeträge für den Zähler allein und für einen Zähler von der Nennleistung eines Messwandlers.

4. Für zwischenliegende Messbereiche kommt allgemein die nächsthöhere Gebührenstufe in Anrechnung.

Bei Messwandlern für zwei Messbereiche oder zwei Periodenzahlen beträgt die Gebühr je das 1½fache der normalen.

Für Dreiphasen-Spannungswandler beträgt die Gebühr das Doppelte (V-Schaltung), bzw. das Dreifache derjenigen für einphasige Wandler.

Beträgt die Isolationsprüfung mehr als 40 000 Volt, so ist für je 20 000 Volt mehr ein Zuschlag von Fr. 5 zu berechnen.

5. Erweist sich ein Zähler oder Messwandler als nicht amtlich prüffähig, z. B. infolge Nichterfüllung der gesetzlichen Vorschriften, derart, dass die Nichtprüffähigkeit ohne nennenswerte Mühewaltung erkannt werden kann, so erfolgt Rückgabe ohne Erhebung einer Gebühr. In allen andern Fällen kommt die volle Gebühr in Anwendung.

6. Wenn ausnahmsweise Prüfungen ausserhalb des Prüfamtes am Verwendungsorte statt-

finden müssen, so kommen zu den vorerwähnten Gebühren noch die Reisekosten und die Taggelder der Beamten hinzu und ausserdem eventuelle Transportkosten, für die benötigten Instrumente und Prüfungshilfsmittel.

7. Wenn eine grössere Anzahl von Zählern gleicher Art und Nennleistung in gemeinsamer Schaltung gleichzeitig geprüft werden können, kommen von den in diesem Artikel festgesetzten Eichgebühren folgende Rabatte in Abzug:

Bei gleichzeitiger Einlieferung von 10—19 Stück ein Rabatt von 20 %, 20—29 Stück 30 %, 30—49 Stück 40 % und 50 und mehr Stück ein Rabatt von 50 %.

Für die Zählerfabriken beträgt der Rabattsatz 50 % der unter Ziffer 1 festgesetzten Gebühren, ohne Rücksicht auf die Stückzahl.

Art. 2.

Die vorstehenden Tarifansätze treten auf 1. Januar 1930 in Kraft.

Zulassung von Elektrizitätsverbrauchsmessersystemen zur amtlichen Prüfung und Stempelung. Auf Grund des Art. 25 des Bundesgesetzes vom 24. Juni 1909 über Mass und Gewicht und gemäss Art. 16 der Vollziehungsverordnung vom 9. Dezember 1916 betreffend die amtliche Prüfung und Stempelung von Elektrizitätsverbrauchsmessern hat die eidgenössische Mass- und Gewichtskommission die nachstehenden Verbrauchsmessersysteme zur amtlichen Prüfung und Stempelung zugelassen und ihnen die beifolgenden Systemzeichen erteilt:

Fabrikant: *Siemens-Schuckertwerke, Nürnberg.*

S 67 Zusatz zu:
Induktionszähler für Mehrphasenstrom mit zwei Triebsystemen, Type ZD 19.

Fabrikant: *Koch & Sterzel A.-G., Dresden.*

S 20 Spannungswandler, Typen COP III, COP IV, COP V;
Sonderausführungen:
primäre Umschaltung: Zusatzzeichen U
versenkter Einbau: « E
Freiluftausführung: « F
von 40 Frequenzen an aufwärts.

Fabrikant: *Maschinenfabrik Oerlikon,*

S 35 Stromwandler, Typen PSTO
PSTO
PSTO
von 15 Frequenzen an aufw

Bern, den 5./15. November 1929.

Der Präsident
der eidg. Mass- und Gewichtskom
J. Landry.

Zinscoupons der 3 und 5 % Hyp Obligationen des S. E. V. Die Inhaber v 5 % Obligationen werden ersucht, 31. Dezember 1929 fälligen Coupons Kasse des S. E. V., Seefeldstr. 301, Z zu senden, wogegen ihnen die Betreffni ter Abzug von 2 % Couponsteuer, d Post überwiesen werden.

Bulletin-Inhaltsverzeichnis pro 192 heutigen Nummer des Bulletin ist das verzeichnis pro 1929 beigegeben.

Adressänderungen. Wir ersuchen d glieder, im Interesse einer ununterbroche stellung des «Bulletin», Adressänderung Generalsekretariat des S. E. V. und V. S. feldstrasse 301, Zürich 8, jeweilen sofort teilen.

Soweit gegenwärtig der Versand de einsorgans an unrichtige oder ungenaue sen erfolgt, bitten wir um Mitteilung bis stens 31. Dezember dieses Jahres, damit d nahme der richtigen Adressen in das im erscheinende Jahresheft für 1930 erfolge

---

Einbanddecke für das Bulletin des Der Verlag des Bulletin S. E. V. liefert früheren Jahren wiederum die Einbandde das Bulletin S. E. V. zum Preise von Fr Bestellungen sind direkt an die Fachsch Verlag & Buchdruckerei A.-G., Zürich, facherquai 36/38, zu richten.